(Aus der Anatomischen Anstalt der Universität Erlangen.
Vorstand: Prof. Dr. Haßelwander.)

Über die Entwicklung der Kieferhöhle nach der Geburt und ihre Bedeutung für die Entwicklung und Konstruktion des Gesichtsschädels

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

vorgelegt von

Joseph Staudenraus

approb. Zahnarzt

aus Fürth in Bayern

Würzburg 1939

C. J. Becker Universitäts-Druckerei

1939 №138

Referent: a. o. Professor Dr. A. Pratje

Dekan: Univ.-Professor Dr. F. Jamin

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Dezember 1933.

Vorwort.

Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Resultate entstammen einer Untersuchung, die über die Wachstumsverhältnisse des kindlichen Gesichtsschädels gemacht wurden. Die anatomischen Untersuchungen, die wir über diese namentlich für die Zahnheilkunde so wichtigen Dinge besitzen, sind sehr spärlich. Einmal ist es sehr schwierig, ein fortlaufendes Material von Kinderleichen in einem anatomischen Institut für eine derartige Untersuchung zu bekommen, und zweitens besitzt ein solches Material, selbst wenn es vorhanden wäre, nur einen bedingten Wert. Die Leichen solcher Kinder stellen kein einwandfreies Material dar. Die Kinder entstammen meist Verhältnissen, die sozial sehr ungünstig liegen, und sind von frühester Jugend an in ihrer gesundheitlichen Entwicklung stark beeinträchtigt. Somit können die Ergebnisse einer solchen Leichenanatomie nicht den Anspruch einer Wertung erheben, wie dies bei der Anatomie des normalen und gesunden Menschen der Fall ist. Die Röntgenstrahlen gestatten es aber heute, eine Anatomie des lebenden Körpers zu betreiben. Es wurden daher nahezu 1000 Röntgenaufnahmen an etwa 200 gesunden lebenden Kindern gemacht und auf röntgenstereoskopischem Wege ausgewertet. Die technischen Grundlagen der Röntgen-Stereoskopie verdanken wir den klassischen Arbeiten Haßelwanders. Leider findet die Röntgen-Stereoskopie, wie sie Haßelwander lehrt, noch immer nicht die Verbreitung und Anwendung, die sie verdient. Eine Erscheinung, die bei wertvollen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten nicht vereinzelt dasteht. Was aber mit der objektiven Röntgenstereoskopie zu erreichen ist, dafür sollen die folgenden Untersuchungen einen Beweis liefern.

Joseph Staudenraus.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533919_0022

Inhaltsverzeichnis

I. Deskriptive Anatomie des Sinus 7

a) Die Form 7

1. Bisherige Ansichten 7

2. Eigener Befund 8

b) Größe und Verhalten der Wände des Sinus . . . 18

1. Wachstum der Länge der Kieferhöhle 19

2. Wachstum der Breite der Kieferhöhle 21

3. Wachstum der Höhe der Kieferhöhle 24

4. Verhalten der Facies anterior zur Facies posterior . . 28

5. Verhalten der Facies inferior zur Facies superior . . 28

c) Zustandekommen des Innenreliefs des Sinus . . . 29

II. Die topographische Anatomie des Sinus 30

a) Die Beziehungen der Zähne und Zahnkeime zur Kieferhöhle während des Wachstums 30

1. Bisherige Befunde 30

2. Eigene Befunde 30

Die Milchzähne 30

aa) Der Milcheckzahn 30

bb) 1. Milchmolar 31

cc) 2. Milchmolar 34

Die bleibenden Zähne 35

aa) Eckzahn 35

bb) 1. Prämolar 38

cc) 2. Prämolar 40

dd) 1. Molar 41

ee) 2. Molar 41

ff) 3. Molar 41

b) Die Beziehungen des Sinus zum Infraorbitalkanal und zum Tränennasengang 42

c) Die Beziehungen des Sinus zur Nase 42

d) Die Beziehungen des Sinus zum Auge 45

III. Die Konstruktion des Gesichtsschädels, seine verschiedene Gestalt und sein Entwicklungsgang mit besonderer Berücksichtigung der Kieferhöhle 45

a) Bisherige Auffassungen über das Zustandekommen des Sinus maxillaris 45

b) Eigener Befund 48

1. Erklärung des Gesichtsschädel-Baues 48

aa) Das Prinzip der Schädelkonstruktion . . . 48

bb) Seine Verwirklichung 48

cc) Seine Berechnung 50

2. Die Bedeutung des Öffnungswinkels der Zahnwurzeln . 52

aa) für das Zustandekommen des Breit- und Schmalgesichts 52

bb) für die Umgestaltung des Gesichtsschädels nach der Geburt 55

3. Einwände und ihre Widerlegung 56

I. Deskriptive Anatomie des Sinus.

a) Die Form.

1. Bisherige Ansichten.

Im Schrifttum finden wir nur wenige Angaben über die Gestalt des Sinus maxillaris während der Entwicklung. Und auch diese wenigen Angaben widersprechen sich oder verlieren sich in der Darstellung eines Individualfalles, ohne genetische Zusammenhänge aufzuklären. So schreibt Zuckerkandl vom Sinus des Neugeborenen, seine Anlage bilde eine kleine Vertiefung, die im 2. Lebensjahr an Tiefe gewinne und im 8.—9. Lebensjahr in der Quere ihre endgültige Form erreiche. Nach Langer-Toldt stellt sie zur Zeit der Geburt eine ansehnliche Nische dar. Chiari spricht bei einem 5 Monate alten Kinde von einer 5 mm tiefen Einstülpung. Bis zum 6. Lebensjahr bleibt nach diesem Autor die Kieferhöhle rundlich und sehr klein. Dann nimmt sie die Form einer 3seitigen Pyramide an. Zarnico schreibt, sie stelle beim Neugeborenen eine sehr enge Tasche dar. Haßelwander spricht von einer erbsengroßen Mulde. Nach Bonnsdorff ist im Kiefer eines einjährigen Kindes der Sinus maxillaris eine längsovale Grube. Haike schreibt von der Gestalt eines Dreiecks, die der Sinus bei dorsoventralen Aufnahmen im Röntgenbild während der Kindheit besitzen solle. Reschreiter, der sonst eine gute Schilderung der Entwicklungsverhältnisse des Sinus gegeben hat, versäumt es, die Gestalt desselben zu beschreiben. Die eingehendste und beste Schilderung finden wir bei Peter. Nach seinen Befunden stellt die Kieferhöhle zur Zeit der Geburt einen besonders in sagittaler Richtung ziemlich ausgedehnten Sack dar. Im Frontalschnitt erscheint der Sinus flaschenförmig oder dreieckig. Nach der Geburt geht die Kieferhöhle aus der eckigen in eine rundliche Gestalt über, in der noch eine scharfe seitliche Kante die obere und laterale Fläche trennt, und behält diese bis ins 6. bis 7. Lebensjahr. Vom 7. Lebensjahr ab macht sich ein schnelleres und zwar unregelmäßigeres Wachstum der Oberkieferhöhle bemerkbar. Die Gestalt ändert sich stark. Aus der rundlichen Blase wird ein eckiger Tetraeder mit Orbital- und Nasalfläche. Torrigiani schreibt: „La forma del seno si è modificata in quanto da ovale è divenuta quasi rettangolare per trasformarsi ben presto in rotonda; col principio del secundo anno, quando

comincia l'invasione del corpo del mascellare, il seno si arrotonda. Dal primo al septimo anno, ciò che caratterizza macroscopicamente lo sviluppo del seno è che esso, mantenendo la suo forma ovale, procede regolarmente nel suo sviluppo senza alcum fatto caratteristico. A questo punto il seno si ingrandice con maggiore rapitidà perdendo ben presto la forma rotondeggiante." Die besten Abbildungen des Sinus während der Entwicklung hat Peter gezeichnet. Er hat seine Präparate, wie schon andernorts erklärt wurde, dadurch gewonnen, daß er den Sinus von außen her freipräparierte. Torrigiani hat eine schematische Zeichnung der Gestalt des Sinus in den einzelnen Entwicklungsjahren entworfen, die aber leicht zu Mißverständnissen führen kann. Es ist nämlich unrichtig, in dem Schädel eines Erwachsenen die kindliche Kieferhöhle einzuzeichnen, um namentlich ihre Beziehungen zur Nachbarschaft darzulegen; denn während der Entwicklung ändert nicht nur der Sinus, sondern auch seine Umgebung Gestalt und Proportionen. Auch Onodi hat in seinen anatomischen Tafeln der Nase und ihrer Nebenhöhlen den Sinus mehrfach abgebildet. Schließlich hat Mathé gute Abbildungen von 4 Kieferhöhlen bei Kindern im ersten Lebensjahr angefertigt.

2. Eigener Befund.

Die nachfolgenden Abbildungen (Nr. 1 bis Nr. 8) zeigen Serienschnitte durch den Gesichtsschädel, sowohl in frontaler, als auch in sagittaler Richtung. Es ist nicht möglich, alle so ausgewerteten Fälle darzustellen. Es wurden daher nur charakteristische Formen hier abgebildet und im nachfolgenden auch eingehender beschrieben.

Zum Verständnis der Schnittzeichnungen sei folgendes gesagt: Die einzelnen Linien stellen Schnitte durch den Gesichtsschädel in verschiedener Tiefenlage dar. Im Sagittalschnitt, der nur in der Schädel-Medianen ausgezeichnet ist, werden auf diese Weise der Gaumen, der Siebbeinabschnitt der vorderen Schädelhöhle, die Keilbeinhöhle, der Türkensattel usw. getroffen. Seitlich davon habe ich nur die Kieferhöhle und die Zähne in den Schnitten dargestellt.

Ähnlich sind die Frontalschnitte durch den Gesichtsschädel aufzufassen. Hier ist der Hauptschnitt in der Höhe des Sechsjahrmolaren bzw. des 2. Milchmolaren durch den Schädel gelegt. Dieser Schnitt trifft die Nasenhöhle in ihrer ganzen Breitenausdehnung, z. T. die Siebbeinzellen, die Kieferhöhle, die Augenhöhle und den vorderen Teil des Hirnschädels.

Nun sind beide Zeichnungen von queren Linien durchschnitten. Diese queren Linien beziehen sich immer auf die Lage des Schnittes der anderen Zeichnung, d. h. also, eine punktierte Linie im Sagittalschnitt gibt die Lage des Schnittes an, der im Frontalschnitt ebenfalls punktiert gezeichnet ist. Auf diese Weise können die einzelnen Schnitte genau zueinander in Beziehung gebracht werden.

Beschreibung der Abbildungen.

Nr. 1. Neugeborenes (Leiche). (Vergleiche Abbildung 1.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 11 mm, Breite 6 mm, Höhe 5 mm. Der Sinus hat eine längsovale Gestalt. Am besten ist die orbitale Fläche ausgebildet, die steil nach lateral abfällt. Die nasale und die den Zähnen zugewandte Fläche sind ungefähr gleich groß. Die einzelnen Seiten gehen nicht scharf ineinander über, so daß eine im ganzen abgerundete Form zustande kommt. Das vordere und hintere Ende des Sinus ist halbkugelig abgerundet, der hintere Pol etwas höher als der vordere.

Nr. 2. Kind, 1 Jahr alt (Leiche). (Vergl. Abb. 2.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 19 mm, Breite 9 mm, Höhe 9 mm. Die Kieferhöhle hat im Sagittalschnitt eine längliche abgerundete Gestalt. Sie hat an Höhe gewonnen. Namentlich in ihrem vorderen Teil hat sie sich nach unten zu vorgeschoben. Im Frontalschnitt weist sie eine dreieckige Gestalt auf. Auch hier ist die orbitale Fläche die größte, fällt aber weniger steil als in den vorhergehenden Fällen nach lateral ab. Nasale und den Zähnen zugewandte Fläche sind ungefähr gleich groß. Die Kieferhöhle hat sich nach lateral bereits weiter unter die Orbita vorgeschoben und bildet hier einen kleinen Recessus.

Nr. 3. Kind, 2 Jahre alt (Leiche). (Vergl. Abb. 3.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 21 mm, Breite 13 mm, Höhe 10 mm. Die Kieferhöhle hat sich namentlich nach hinten entwickelt und über den Keim des bleibenden 2. Molaren hinweggeschoben. An Höhe hat sie nicht wesentlich gewonnen. Im ganzen kommt eine stark in die Länge gezogene, schlauchartige Gestalt zustande. Am besten ist auch hier die orbitale Fläche ausgebildet. Der vordere und hintere Pol des Sinus sind abgerundet. Die untere Fläche weist an der Stelle zwischen dem 1. und 2. bleibenden Molaren eine leichte Erhebung auf.

Nr. 4. Knabe, 4 Jahre 9 Monate. (Vergl. Abb. 4.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 24 mm, Breite 16 mm, Höhe 19 mm. Im Sagittalschnitt hat sich nach hinten der Sinus knapp über dem Keim des Sechsjahr-Molaren entwickelt, weist also eine geringere Größe als die vorhergehenden, gleichaltrigen Fälle auf. Der Sinus hat in allen sagittalen Schnitten eine längsovale Gestalt, die lateral der Länge nach rasch abnimmt. Weniger ist dies der Höhe nach der Fall, so daß eine ausgesprochene Jochbeinbucht gebildet wird. Die orbitale Wand zeigt die regelmäßigste Gestalt und das größte Ausmaß. Die nasale Wand verläuft steil und hat eine längsovale Gestalt. Die den Zähnen zugewandte Fläche weist leichte Erhebungen über den Zähnen auf. Von einer vorderen und hinteren Wand des Sinus kann nicht gesprochen werden; hier endet die Kieferhöhle beide Male in Form eines Divertikels.

Nr. 5. Mädchen, 5 Jahre 6 Monate. (Vergl. Abb. 5.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 28 mm, Breite 15 mm, Höhe 18 mm. Im Sagittalschnitt zeigt der Sinus an der nasalen Wand, die die größte

Fläche darstellt, die Form eines Ovals. Nach lateral nimmt der Sinus besonders an Länge rasch ab und endet stumpf in der Spongiosa des Jochbeins. Im Frontalschnitt zeigt der Sinus an der Stelle seiner größten Ausdehnung die Gestalt eines Dreiecks, dessen längste Seite von der nasalen Wand gebildet wird. Die orbitale und die den Zähnen zugewandte Seite sind ungefähr gleich groß. Nach vorne und hinten nimmt der Sinus namentlich an Breite rasch ab, so daß er im Schnitt eine stark in die Länge gezogene Gestalt aufweist. Der Sinus hat sich vorne noch nicht über den Eckzahn vorgeschoben.

Nr. 6. Knabe, 8 Jahre 4 Monate. (Vergl. Abb. 6.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 37 mm, Breite 24 mm, Höhe 25 mm. Auch diese Kieferhöhle zeigt bereits beträchtliche Ausmaße. Namentlich in ihrer Breite ist sie weit in das Jochbein hinein entwickelt. Auf dem Sagittalschnitt zeigt die Kieferhöhle etwa die Gestalt eines Vierecks, dessen abgerundete Ecken folgendermaßen stehen: Am tiefsten liegt die Ecke gegen den Alveolarfortsatz. Die vordere und hintere Ecke entsprechen dem vorderen und hinteren Pol des Sinus. Die obere Ecke entspricht einem Fortsatz, den die Kieferhöhle gegen die Siebbeinzellen zu nach oben sendet. Auf dem Frontalschnitt hat der Sinus an der Stelle seiner größten Ausdehnung die Form eines gleichseitigen Dreiecks. Der schräg nach lateral und außen abfallende Augenhöhlenboden bildet die eine, die nasale Wand die andere Begrenzung. Der Boden des Sinus zeigt keine Besonderheiten.

Nr. 7. Mädchen, 10 Jahre. (Vergl. Abb. 7.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 34 mm, Breite 20,5 mm, Höhe 26 mm. An dieser Kieferhöhle zeigt besonders der Boden ein außerordentlich vielgestaltetes Bild. Die Wellen, Berge und Täler, durch die Zähne und Zahnkeime hervorgerufen werden, sind hier stark ausgebildet. Im Sagittalschnitt hat der Sinus nahe der nasalen Wand die Gestalt eines langgezogenen Rechtecks, dessen vorderes unteres Ende durch den Keim des Eckzahnes eingedrückt ist. Nach lateral geht diese viereckige Form mehr in die Form eines gleichseitigen Dreiecks über. Diese Gestalt hat der Sinus auch im Frontalschnitt an der Stelle seiner größten Breite. Vorne und hinten endet der Sinus in einer hohen, ovalen Bucht.

Nr. 8. Knabe, 11 Jahre 1 Monat. (Vergl. Abb. 8.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 37 mm, Breite 20 mm, Höhe 30 mm. Die Kieferhöhle besitzt eine abgerundete Gestalt. Am deutlichsten ist die nasale Fläche ausgebildet, die die Form eines Vierecks aufweist, dessen vordere untere Kante ungefähr über dem 2. Prämolaren gelegen ist. An Buchten können wir nur eine frontale und einen kleinen nach dem Gaumen zu vorgeschickten Recessus unterscheiden. Die Jochbeinbucht ist nicht bedeutend ausgebildet. Die rechte Kieferhöhle ist größer als die linke. Auch hier zeigen die rechte und die linke Kieferhöhle an ihrem Dach eine quer verlaufende Leiste. Nach hinten hat sich der Sinus weit über den im Durchbruch begriffenen 2. Molaren hinweggeschoben. Seine untere Seite schlägt hier mit einem scharfen Eck auf die rückwärtige Fläche über. An dem oberen Ende dieser Seite erreicht der Sinus seine höchste Stelle.

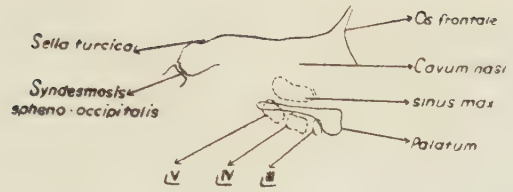
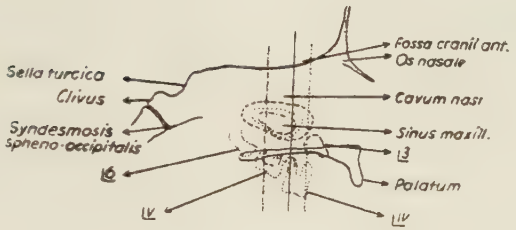


Abb. 1.



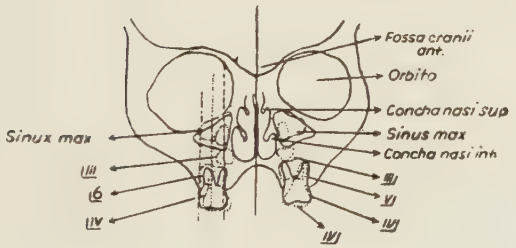


Abb. 2.

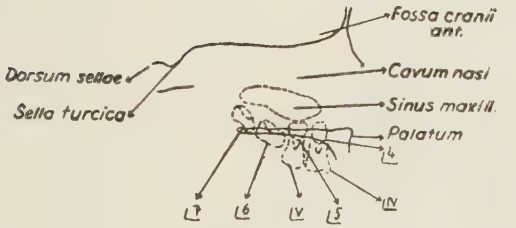
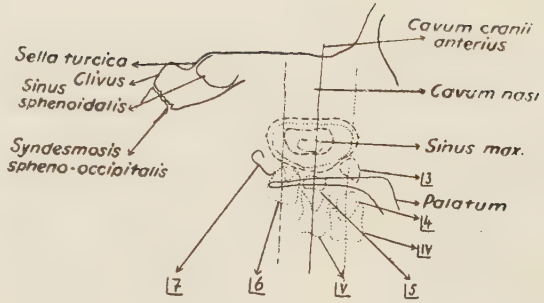


Abb. 3.


Cavum cranii anterius
Sella turcica
Clivus
Sinus sphenoidalis
Cavum nasi
Syndesmosis spheno-occipitalis
Sinus max.
Palatum

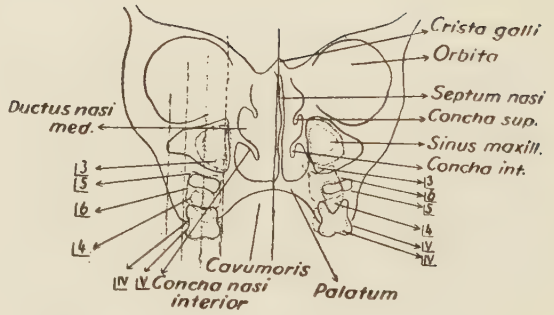
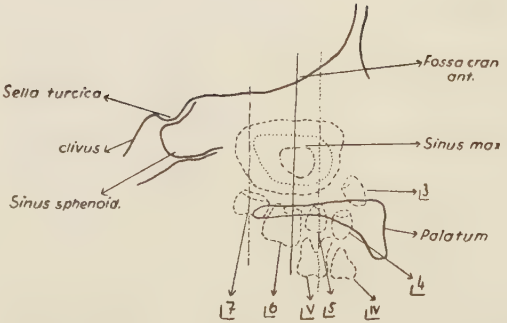

Crista galli
Orbita
Septum nasi
Concha sup.
Ductus nasi med.
Sinus maxill.
Concha int.
Cavum oris
Concha nasi interior
Palatum

Abb. 4.


Fossa cran ant.
Sella turcica
clivus
Sinus max
Sinus sphenoid.
Palatum

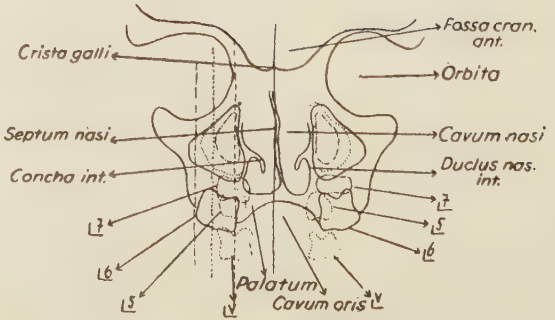
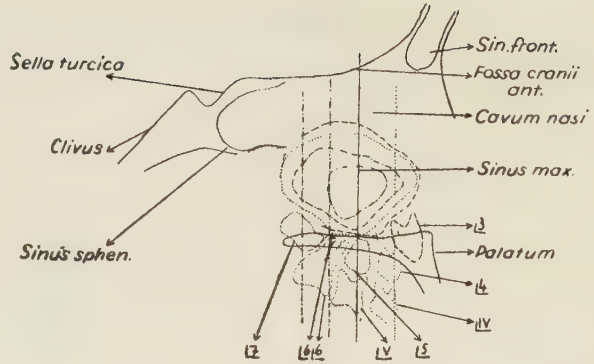

Fossa cran. ant.
Crista galli
Orbita
Septum nasi
Cavum nasi
Concha int.
Ductus nas. int.
Palatum
Cavum oris

Abb. 5.


Sella turcica
Clivus
Sinus sphen.
Sin. front.
Fossa cranii ant.
Cavum nasi
Sinus max.
3
Palatum
4
IV
7
6 6
V
5

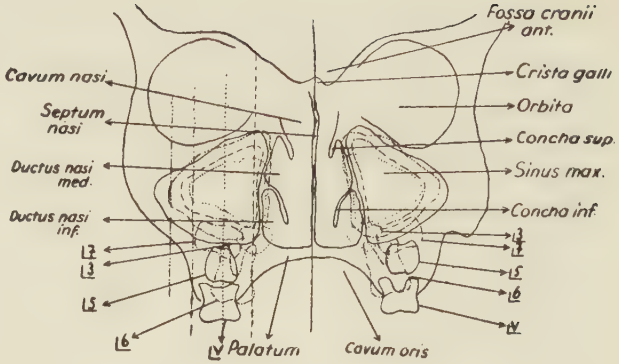
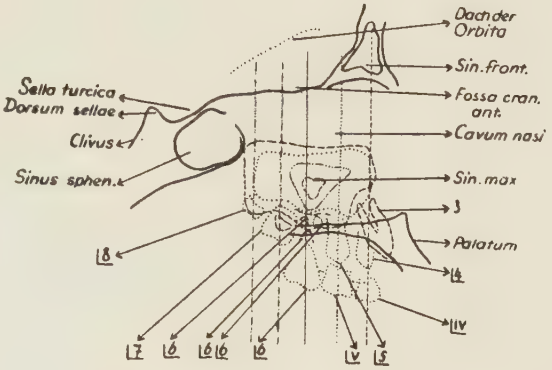

Fossa cranii ant.
Cavum nasi
Septum nasi
Ductus nasi med.
Ductus nasi inf.
Crista galli
Orbita
Concha sup.
Sinus max.
Concha inf.
3
4
7
3
5
5
6
6
IV
V
Palatum
Cavum oris

Abb. 6.


Dach der Orbita
Sin. front.
Sella turcica
Dorsum sellae
Clivus
Sinus sphen.
Fossa cran. ant.
Cavum nasi
Sin. max
3
Palatum
8
4
IV
7
6
6 6
6
V
5

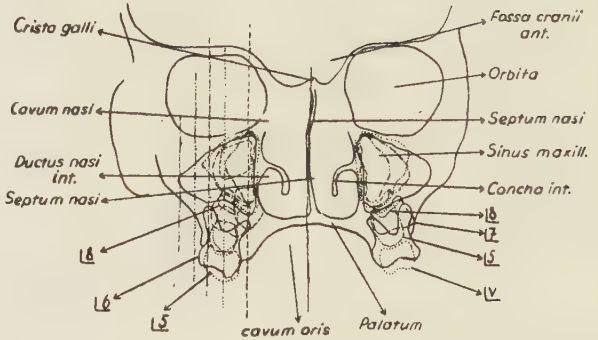
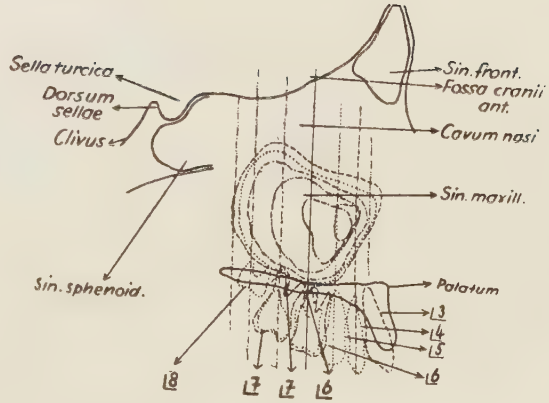

Crista galli
Cavum nasi
Ductus nasi int.
Septum nasi
Fossa cranii ant.
Orbita
Septum nasi
Sinus maxill.
Concha int.
8
7
5
6
5
V
cavum oris
Palatum

Abb. 7.


Sella turcica
Dorsum sellae
Clivus
Sin. sphenoid.
Sin. front.
Fossa cranii ant.
Cavum nasi
Sin. maxill.
Palatum
3
4
5
6
8
7
7
6

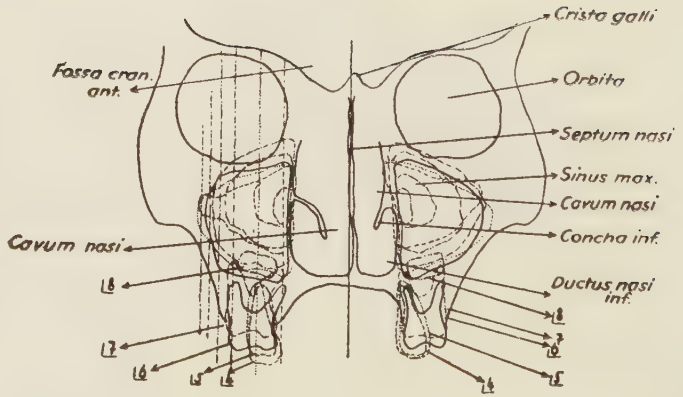
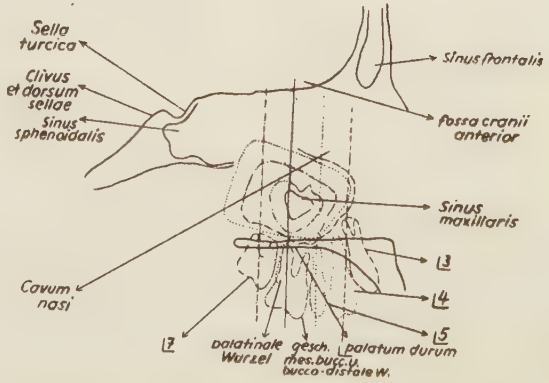

Crista galli
Orbita
Septum nasi
Sinus max.
Cavum nasi
Concha inf.
Ductus nasi inf.
Fossa cran. ant.
Cavum nasi
8
7
6
5
4
8
7
6
5

Abb. 8.


Sella turcica
Clivus et dorsum sellae
Sinus sphenoidalis
Sinus frontalis
Fossa cranii anterior
Sinus maxillaris
Cavum nasi
3
4
5
7
palatinale Wurzel
gesch. mes.bucc.u. bucco-distale W.
palatum durum

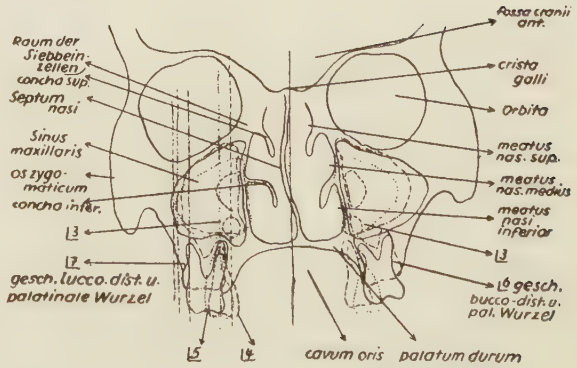

Fossa cranii ant.
Raum der Siebbeinzellen
concha sup.
Septum nasi
Sinus maxillaris
os zygomaticum
concha infer.
crista galli
Orbita
meatus nas. sup.
meatus nas. medius
meatus nasi inferior
3
7
gesch. lucco. dist. u. palatinale Wurzel
6 gesch. bucco-dist. u. pal. Wurzel
5
4
cavum oris
palatum durum

Abb. 9.

Nr. 9. Mädchen, 18 Jahre 2 Monate. (Vergl. Abb. 9.)

Maße der Kieferhöhle: Länge 39 mm, Breite 26 mm, Höhe 34 mm. Die Kieferhöhle zeigt eine regelmäßige Gestalt. Sie läßt sich ungefähr mit einer 4seitigen Pyramide vergleichen. Ihre vordere Wand steigt steil an und läuft nach außen abgerundet im Jochfortsatz aus. Fast genau dieselbe Gestalt besitzt die obere orbitale Fläche. Sie neigt sich schwach nach außen und lateral. Die untere und hintere Fläche sind nicht so scharf voneinander geschieden, sondern gehen in einem Kreisbogen ineinander über, ohne daß man genauer das Ende der einen oder den Anfang der anderen festlegen könnte. Die regelmäßigste Ausbildung hat die der Nase zugewandte Seite. Die Jochbeinbucht ist stark abgerundet. In ihrem vorderen und hinteren Ende weist die Höhle im Schnitte die bekannte längsovale Gestalt auf.

Wir können also zusammenfassend über die Gestalt des Sinus während der Entwicklung folgendes sagen: Die Kieferhöhle nimmt während der Kinderjahre drei bestimmte Grundformen an, behält sie eine gewisse Zeit bei und durchläuft in der Zwischenzeit Übergangsformen von der einen in die andere (Abb. 17).

Ihre erste sogenannte Grundform besitzt die Kieferhöhle im Säuglingsalter. Hier gleicht der Sinus maxillaris einem Schlauch, der von dorsal nach ventral im niederen Oberkieferskelett verläuft. Dieser Schlauch ist aber im Frontalschnitt nicht etwa kreisrund, sondern in seinem lateral gewendeten Teil stark, in seinem der Nase zu gerichteten Teil weniger steil abgeplattet, so daß in diesem Schnitte eine sackähnliche Gestalt zustande kommt. Der verhältnismäßig breite und ausladende Boden dieses Sackes zeigt dies in dem Alveolarfortsatz; sein lang und spitz ausgezogenes oberes Ende rückt nach oben gegen den Siebbeinabschnitt der Nase. Das vordere und hintere Ende des Sinus ist abgerundet. Hinten ist die Höhle um ein geringes niedriger als vorne.

Mit dem Beginn der 1. Dentition fängt nun auch der Sinus an, seine Gestalt zu ändern. Er weitet sich jetzt in allen Richtungen stark aus. Zuerst beginnt der Boden im vorderen Teil des Sinus sich zu senken und gegen den Alveolarfortsatz vorzubuchten. Auf diese Weise gewinnt die Höhle zuerst hier an Höhe. Aber auch nach rückwärts dehnt sich der Sinus aus. Hier schiebt er sich über den Keim des 1. bleibenden Molaren hinweg, bildet zwar anfänglich nur eine niedrige Bucht, aber bis zum 3. Jahre hat auch diese sich stärker gewölbt und der Höhe nach entwickelt. Lateral beginnt der Sinus gleichfalls mehr und mehr auszulaufen, schiebt sich in den Jochfortsatz hinein und endet in einer breiten, abgerundeten Fläche.

Auf diese Weise erreicht der Sinus seine zweite Grundform über dem vollständig in Funktion befindlichen Milchgebiß. Hier hat die Kieferhöhle ungefähr die Form einer Halbkugel, die an verschiedenen Stellen abgeplattet oder vorgebuchtet erscheint. Die Basis dieser Halb-

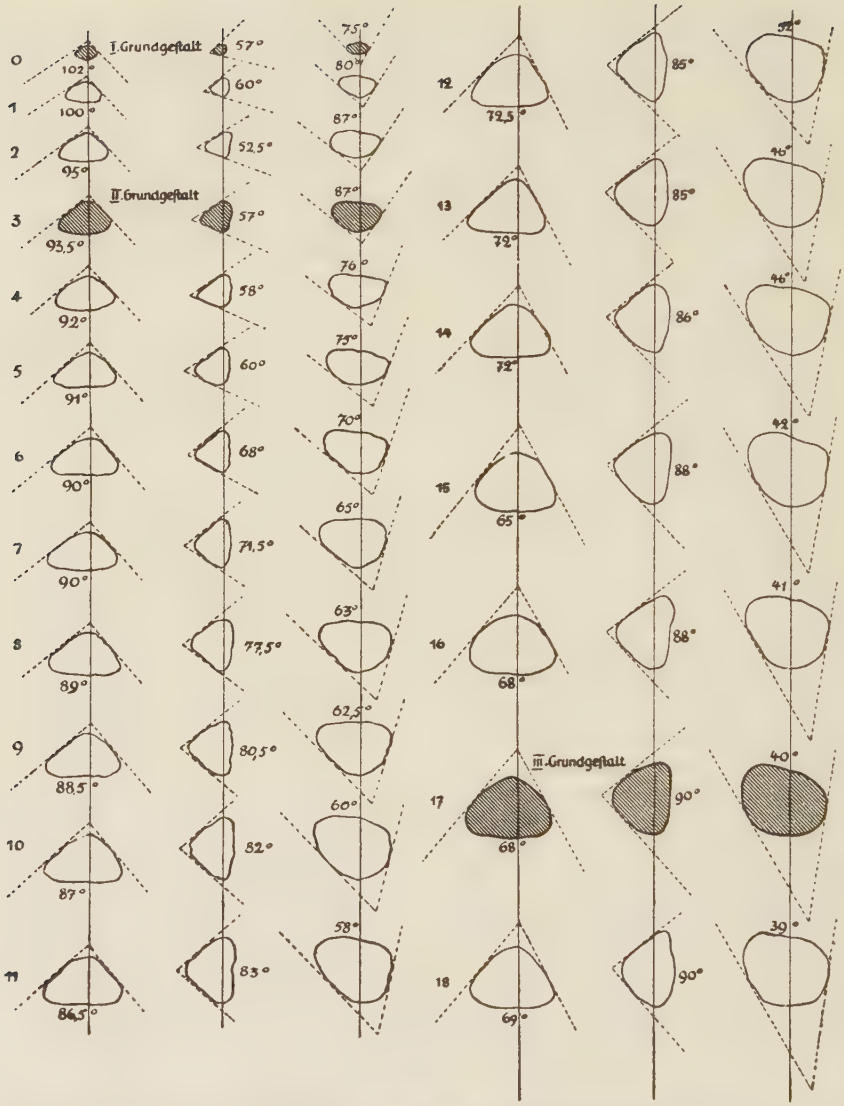


Abb. 17. Schematische Darstellung des Wachstums der Kieferhöhle am 1. bis 18. Lebensjahr. Im einzelnen Lebensalter sind dargestellt von links nach rechts ein Horizontalschnitt, ein Transversalschnitt und ein Sagittalschnitt durch den Sinus.

kugel hat die Form eines Halbkreises, schaut gegen die Nase, wobei ihre obere Begrenzung von hinten oben nach vorn oben schräg abfällt. Ungefähr in der Mitte der vorderen Hälfte dieses nach unten gerichteten Halbkreises befindet sich eine Einstülpung. Hier schlägt die untere Rinne des Sinus scharf auf die vordere Seite über. Nach hinten steigt dieselbe dagegen in einem harmonisch verlaufenden Bogen zur höchsten Stelle des Sinus an, ohne daß man eine scharfe Grenze zwischen dieser breiten Rinne und der hinteren Wand des Sinus finden könnte. Im Frontalschnitt hat die Höhle die Form eines Dreiecks, dessen größte Seite der Nase zugewendet ist. Die kleinste Seite des Dreiecks bildet die Begrenzung des Sinus nach dem Alveolarfortsatz hin. Die dritte, der Orbita zugewendete Seite ist nur um ein geringes kleiner als die nasale Begrenzung. Auch im Horizontalschnitt hat der Sinus eine ungefähr dreieckige Gestalt. Hier ist wieder die nasale Wand der Höhle am stärksten ausgebildet, während die dem Gesicht und der Fossa canina zugewendete vordere Seite des Dreiecks die geringste Ausdehnung hat. Vorne und hinten endet der Sinus mit einer schmalen und hohen Bucht.

Diese sogenannte zweite Grundform behält der Sinus bis ungefähr zum 6. Lebensjahr in der Hauptsache bei. Von nun an bis zum 12. Lebensjahr, unter dem Einfluß der 2. Dentition, ändert die Höhle ihre Gestalt wieder erheblich. Dieser Entwicklungsabschnitt ist vor allem durch die Entfaltung der Höhe charakterisiert. Der bis dahin noch breite und flächenhafte Boden des Sinus beginnt sich in eine schmale Rinne umzuwandeln, indem er sich zunächst über dem 1. bleibenden Molaren vom 6.—8. Lebensjahr in den Alveolarfortsatz hineinsenkt. Der Sinus endet daher in dieser Zeit nach unten in einer ausgesprochenen Bucht, die ungefähr in der Mitte seines Bodens gelegen ist. In der Zeit vom 10.—12. Lebensjahr rückt mit dem Durchbruch des Eckzahnes der vordere Teil des Sinusbodens und in der Zeit vom 12.—14. Lebensjahr die hintere Strecke desselben stark nach, so daß die Buchtbildung wieder verschwindet und der Sinusboden die Form einer in die Länge gezogenen nach hinten und unten allmählich ansteigenden Rinne ohne starke Buchtenbildung annimmt. Im genannten Zeitraum rückt aber auch der Sinus namentlich nach hinten und außen erheblich vor, wobei aber hier wesentliche Formveränderungen weniger auffällig sind.

Im 17. Lebensjahr hat der Sinus seine dritte Grundform über dem vollständig entwickelten und bleibenden Gebiß erreicht. Aus der abgerundeten Form des Sinus über dem Milchgebiß ist die eckige und mit Flächen versehene Form des Sinus beim Erwachsenen erstanden. Die mediane der Nase zugewendete Wand hat ihre vollständige Ausbildung erreicht. Sie hat unter den Wänden des Sinus die größte Flächenausdehnung und besitzt die Form eines nach unten und vorne ausgezogenen Halbkreises, dessen Basis schräg von oben hinten nach oben vorne mit dem Boden der Orbita abfällt. Die vordere Fläche des Sinus hat die Gestalt

eines Dreiecks, dessen größte Seite die Umschlagstelle der Facies anterior in die Facies nasalis stark fällt und dessen Fläche von vorne und median nach hinten und lateral gerichtet, die abgerundete Ecke im Jochbein findet. Die Facies posterior des Sinus hat im Prinzip die gleiche Gestalt bekommen. Sie ist nur größer und im ganzen höher gelegen als die vordere Fläche. Von einer den Zähnen zugewendeten Seite des Sinus kann man nicht sprechen. Hier verläuft der Sinus entlang der Zahnreihe in Form einer schmalen Rinne von hinten nach vorne. Die normale Kieferhöhle bildet somit drei Buchten, nämlich eine vordere obere, die gegen das Stirnbein gerichtet ist, eine hintere obere, die sich gegen das Keilbein wendet, und eine seitliche, die sich im Jochbein verliert. Auf die beschriebene Weise kann man im ganzen die Form der Kieferhöhle eines Erwachsenen als die einer dreiseitigen Pyramide bezeichnen. Die Spitze dieser Pyramide liegt stark abgeplattet im Jochbein. Ihre obere Seite stellt den Boden der Orbita dar, der nach lateral und oben schräg abfällt. Die vordere Seite der Pyramide ist gegen das Gesicht gewendet und mit der Facies anterior identisch. Die hintere Fläche der Pyramide richtet sich gegen das Tuber maxillare und verläuft als Facies posterior des Sinus von hinten unten nach lateral, auf- und vorwärts. Während nun die obere, vordere und hintere Wand des Sinus in einem scharfen Bogen ineinander übergehen, ist der Übergang der hinteren auf die vordere Wand des Sinus entlang der Nasenwand in Form des schon beschriebenen nach unten und vorne vorgezogenen Halbkreises abgestumpft.

b) Größe und Verhalten der Wände des Sinus.

Über die absolute Größe des Sinus finden wir in der Literatur wieder eine größere Anzahl von Angaben. Trotzdem ist es bisher noch nicht gelungen, eine fortlaufende Entwicklungsreihe zu bekommen. Die bekannten Resultate hat Peter zusammengefaßt. Die Tabellen 1—3 zeigen die Größenausdehnung des Sinus in den von uns untersuchten Fällen, die auf den Abb. 18, 19, 20 auch in Kurven dargestellt ist. Als Länge wurde der größte Durchmesser der Höhle von vorne nach hinten, der sich meist nahe der nasalen Wand des Sinus befindet, gezeichnet. Die Breite stellt den größten Durchmesser der Höhle von mesial nach lateral dar und ist meist ungefähr in der Mitte des Sinus gemessen. Die Höhe wurde von oben nach unten und zwar im Milchgebiß über dem 2. Milchmolaren, im bleibenden Gebiß über dem 1. bleibenden Molaren gemessen. Auf die Entwicklungsvorgänge als solche ist in einem späteren Abschnitt im Zusammenhang mit der gesamten Gesichts- und Schädelbildung eingegangen. Hier können wir nur soviel sagen, daß die formale Entwicklung der Kieferhöhle, wie sie bisher beschrieben wurde, mit der Entwicklung ihrer absoluten Größe Hand in Hand geht.

1. Wachstum der Länge der Kieferhöhle.

Die Größe dieses Maßes steigt:

a) bei den weiblichen Individuen von 10 auf 40 mm, Zuwachs = 30 mm,

b) bei den männlichen Individuen von 12 auf 42 mm, Zuwachs = 30 mm.

Von diesem Gesamtzuwachs fällt:

a) bei den weiblichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0 — $1\frac{1}{4}$ Jahren
2. Viertel in die Zeit von $1\frac{1}{4}$— $2\frac{1}{2}$ Jahren
3. Viertel in die Zeit von $2\frac{1}{2}$— $7\frac{1}{2}$ Jahren
4. Viertel in die Zeit von $7\frac{1}{2}$—18 Jahren

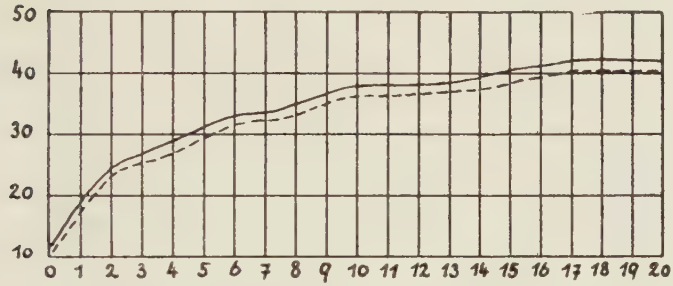


Abb. 18. Wachstum der Länge der Kieferhöhle. Die eingezogene Linie stellt die männlicher Individien, die gestrichelte die weiblicher dar.

b) bei den männlichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0 — $1\frac{1}{4}$ Jahren
2. Viertel in die Zeit von $1\frac{1}{4}$— $3\frac{3}{4}$ Jahren
3. Viertel in die Zeit von $3\frac{3}{4}$— 8 Jahren
4. Viertel in die Zeit von 8 —18 Jahren

Im Verlauf der Kurve können wir 2 Perioden unterscheiden.

I. Periode:

Starker Anstieg der Kurve in der Zeit von 0—2 Jahren bei beiden Geschlechtern. Der Zuwachs beträgt weiblich 13 mm, männlich 12,5 mm.

II. Periode:

Unregelmäßiges Wachstum vom 2.—17. Lebensjahr weiblich und bis zum 18. Lebensjahr männlich.

Im Verlauf dieser Periode lassen sich verschiedene Abschnitte verstärkten Wachstums finden.

Tab. 1 Wachstum der Länge der Kieferhöhle.

weiblich					männlich				
Nr.	Alter J.	Alter M.	Länge d. Kieferhöhle	Mittelwert	Nr.	Alter J.	Alter M.	Länge d. Kieferhöhle	Mittelwert
1	—	—	11,0		3	—	—	13,5	
2	—	6	9,0	10,0	4	—	6	9,5	12,0
5	1	—	15,0		7	1	—	17,0	
6	1	—	19,0	17,0	8	1	—	21,0	19,0
9	2	—	21,0		11	2	—	29,0	
10	2	—	25,0	23,0	12	2	—	21,0	25,0
13	3	4	30,0		14	3	7	28,0	
15	3	6	20,0	25,0	16	3	7	26,0	27,0
17	4	3	28,0		20	4	—	32,0	
18	4	7	27,0		21	4	9	24,0	
19	4	11	28,0	27,0					29,0
22	5	3	31,0		24	5	1	31,0	
23	5	6	28,0	29,0	25	5	8	33,0	31,0
26	6	—	30,0		28	6	4	33,0	
27	6	9	33,0	31,5	29	6	6	33,0	33,0
30	7	—	33,0		34	7	—	—	
31	7	1	30,0		35	7	11	30,5	
32	7	2	31,0		36	7	11	36,5	
33	7	4	33,5	32,5	37	7	11	33,5	33,5
38	8	4	33,5		42	8	2	37,5	
39	8	6	30,5		43	8	4	37,0	
40	8	7	36,0		44	8	7	34,0	
41	8	7	28,0	33,0	45	8	8	32,5	35,5
46	9	4	34,0		49	9	7	42,0	
47	9	7	33,0		50	9	8	33,0	
48	9	11	38,0	35,0	51	9	10	38,0	37,0
52	10	—	34,0		55	10	3	32,0	
53	10	1	37,0		56	10	6	44,0	
54	10	11	37,0	36,0					38,0
57	11	7	37,0		59	11	1	37,0	
58	11	11	35,0		60	11	2	41,0	
					61	11	7	38,0	
				36,0	62	11	8	37,0	38,0
					63	11	11	34,5	
64	12	1	31,0		67	12	2	42,0	
65	12	7	42,0		68	12	5	38,0	
66	12	9	38,0		69	12	6	33,0	
				37,0	70	12	7	38,0	38,0
71	13	1	35,0		73	13	4	38,5	
72	13	10	39,0		74	13	5	39,5	
				37,0	75	13	6	38,0	38,0
					76	13	10	35,5	
77	14	1	33,0		80	14	1	37,0	
78	14	10	38,0		81	14	5	41,0	
79	14	11	41,5	37,5					39,0
82	15	8	41,0		84	15	2	37,0	
83	15	9	36,0	38,5	85	15	8	43,5	40,5
86	16	3	39,5		88	16	7	43,5	
87	16	7	39,5	39,5	89	16	10	39,5	41,5
90	17	3	46,0		92	17	1	41,0	
91	17	5	34,0	40,0	93	17	4	43,0	42,0
94	18	2	39,0		96	18	4	42,0	
95	18	6	41,0	40,0	97	18	7	42,0	42,0
98	19	7	42,5		100	19	4	41,0	
99	19	8	37,5	40,0	101	19	6	43,0	42,0
102	20	8	40,0		104	20	6	43,0	
103	20	9	40,0	40,0	105	20	8	41,0	42,0

Der 1. Wachstumsschub trifft in die Zeit von 4—6 Jahren,

der 2. in die Zeit von 8—10 Jahren und

der 3. in die Zeit von 14—17 Jahren weiblich und 14—18 Jahren männlich. Nach dieser letzten Wachstumszunahme steigt die Kurve nicht mehr weiter.

Die Ursachen zu diesem Kurvenverlauf sind folgende: Der erste steile Anstieg erfolgt mit der Ausbildung und dem Durchbruch der Milchzähne. Hier ist es vor allem der Durchbruch des Eckzahnes und der des 2. Milchmolaren, der ein erhöhtes Längenwachstum der Kieferhöhle zur Folge hat; denn mit dem Tieftritt dieser beiden Zähne wird im Kiefer Platz für ein Weiterdringen der Sinusschleimhaut gemacht.

Die II. Periode, die von einzelnen Abschnitten stärkeren Wachstums unterbrochen wird, vollzieht sich mit der Ausbildung und dem Durchbruch der bleibenden Zähne. Dieses läuft aber nicht synchron mit dem Zahndurchbruch, sondern geht diesem voraus. Dies rührt daher, weil der Zahn schon während seiner Entwicklung im Kiefer immer mehr und mehr tiefer tritt. Da sein Durchbruch aber nichts anderes als dieses abgeschlossene Tieftreten bezeichnet, muß sich die Kieferhöhle, der mit dem Eintreten des Zahnes in die Zahnreihe Platz für weiteres Wachstum gegeben ist, schon vorher ausgedehnt haben. Daher finden wir in der Zeit vom 4.—6., also vor dem Durchbruch des Sechsjahrmolaren, dann in der Zeit vom 8.—10. Jahr vor dem Durchbruch des 2. bleibenden Molaren und in der Zeit von 16—18 Jahren, in der der Weisheitszahn immer tiefer tritt, eine stärkere Zunahme der Länge der Kieferhöhle. Ob allerdings in der letzten Periode nicht auch der Einfluß der Pubertät mitspielt, wird wohl nie exakt nachweisbar sein.

2. Wachstum der Breite der Kieferhöhle.

Die Größe dieses Maßes steigt:

a) bei den weiblichen Individuen von 6,0 auf 28,0 mm. Zuwachs = 22 mm,

b) bei den männlichen Individuen von 7,0 auf 30,0 mm. Zuwachs = 23 mm.

Von dem Gesamtzuwachs fällt:

a) bei den weiblichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0— 2 Jahren
2. Viertel in die Zeit von 2— 7 Jahren
3. Viertel in die Zeit von 7—12 Jahren
4. Viertel in die Zeit von 12—17 Jahren

Tab. 2 Breite der Kieferhöhle.

weiblich					männlich				
Nr.	Alter J.	Alter M.	Breite d. Kieferhöhle	Mittelwert	Nr.	Alter J.	Alter M.	Breite d. Kieferhöhle	Mittelwert
1	—	—	6,0		3	—	—	8,0	
2	—	6	6,0	6,0	4	—	6	6,0	7,0
5	1	—	9,0		7	1	—	10,0	
6	1	—	9,0	9,0	8	1	—	10,0	10,0
9	2	—	12,0		11	2	—	14,0	
10	2	—	13,0	12,5	12	2	—	13,0	13,5
13	3	4	15,0		14	3	7	16,5	
15	3	6	17,0	16,0	16	3	7	16,0	16,0
17	4	3	18,0		20	4	—	17,0	
18	4	7	18,0		21	4	9	16,0	
19	4	11	12,0	16,0					16,5
22	5	3	17,0		24	5	1	18,0	
23	5	6	15,0	16,0	25	5	8	15,0	16,5
26	6	—	16,0		28	6	4	16,0	
27	6	9	16,0	16,0	29	6	5	17,0	16,5
30	7	—	19,0		34	7	—	18,0	
31	7	1	16,0		35	7	11	17,5	
32	7	2	16,5		36	7	11	18,0	
33	7	4	15,5	17,0	37	7	11	18,5	18,0
38	8	4	20,0		42	8	2	20,0	
39	8	6	19,0		43	8	4	24,0	
40	8	7	19,0		44	8	7	18,0	
41	8	7	18,0	19,0	45	8	8	18,0	20,0
46	9	4	20,0		49	9	7	24,5	
47	9	7	18,0		50	9	8	20,0	
48	9	11	23,5	20,5	51	9	10	20,0	21,5
52	10	—	20,5		55	10	3	21,0	
53	10	1	23,0		56	10	6	23,0	
54	10	11	21,0	21,5					22,0
57	11	7	24,0		59	11	1	20,0	
58	11	11	22,0		60	11	2	24,0	
					61	11	2	28,0	
				23,0	62	11	8	25,0	24,0
					63	11	11	23,0	
64	12	1	24,0		67	12	2	27,0	
65	12	7	25,0		68	12	5	25,0	
66	12	9	23,0	24,0	69	12	6	26,0	25,0
					70	12	7	22,0	
71	13	7	25,0		73	13	4	24,0	
72	13	10	24,0		74	13	5	27,0	
					75	13	6	25,5	
				24,5	76	13	7	25,5	25,0
77	14	1	21,0		80	14	1	28,0	
78	14	10	29,0		81	14	5	26,0	
79	14	11	26,5	25,5					27,0
82	15	8	27,0		84	15	2	25,0	
83	15	9	27,0	27,0	85	15	8	31,0	28,0
86	16	3	27,5		88	16	7	29,0	
87	16	7	27,5	27,5	89	16	10	29,0	29,0
90	17	3	26,0		92	17	1	31,5	
91	17	5	30,0	28,0	93	17	4	27,5	29,5
94	18	2	26,0		96	18	4	32,0	
95	18	6	30,0	28,0	97	18	7	28,0	30,0
98	19	7	25,0		100	19	4	24,0	
99	19	8	30,0	27,5	101	19	6	36,0	30,0
102	20	8	30,0		104	20	6	27,0	
103	20	9	25,0	27,5	105	20	8	33,0	30,0

b) bei den männlichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0 — 2 Jahren
2. Viertel in die Zeit von 2 — 8 Jahren
3. Viertel in die Zeit von 8 —13½ Jahren
4. Viertel in die Zeit von 13½—20 Jahren

Im Verlauf der Kurve lassen sich 2 Perioden stärkeren Anstieges verzeichnen.

I. Periode:

a) Steiler Anstieg der Kurve vom 0.—3. Lebensjahr. Bei beiden Geschlechtern beträgt der Zuwachs in dieser Zeit 9 mm.

b) Stillstand des Wachstums in der Zeit vom 3.—6. Lebensjahr bei beiden Geschlechtern.

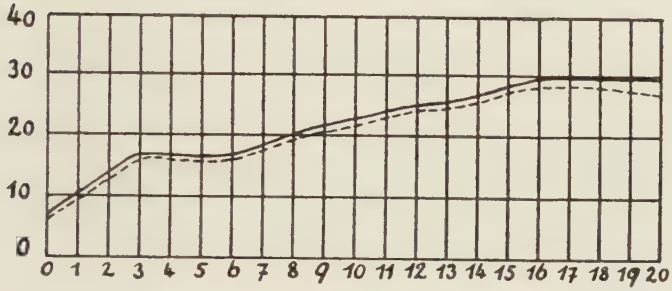


Abb. 19. Wachstum der Breite der Kieferhöhle.

II. Periode:

a) Allmählicher und gleichbleibender Anstieg in der Zeit vom 6. bis 18. Lebensjahr bei den männlichen Individuen. Der Zuwachs beträgt bei ihnen 13 mm. Bei den weiblichen Individuen beträgt er in der Zeit vom 6.—16. Lebensjahr 12 mm.

b) Stillstand des Wachstums bei den weiblichen Individuen vom 16. und vom 18. Lebensjahr bei den männlichen Individuen.

Die Ursachen für den Verlauf der Kurve sind folgende:

Die I. Periode verstärkten Wachstums vollzieht sich mit dem Durchbruch der beiden Milchmolaren. Daß sie darüber hinaus bis zum 3. Lebensjahr anhält, hat seine Ursache darin, daß das Breitenwachstum der Kieferhöhle die Funktion der beiden Milchmolaren voraussetzt. Über dem ausgebildeten Milchgebiß erreicht das Wachstum der Kieferhöhle zunächst einen Stillstand.

Die II. Periode des verstärkten Wachstums hängt ebenfalls mit dem Durchbruch der Zähne, diesmal mit den bleibenden Zähnen zusammen.

Auch hier dauert nach dem Abschluß des Durchbruches des 2. Molaren das Wachstum noch bis zum 16. bzw. 18. Lebensjahr an. Dafür ist derselbe Grund maßgebend, wie wir ihn bei den Milchzähnen gefunden haben.

3. Wachstum der Höhe der Kieferhöhle.

Die Größe dieses Maßes steigt:

a) bei den weiblichen Individuen von 4,5 bis 33 mm. Zuwachs = 28,5 mm

b) bei den männlichen Individuen von 6,0 bis 38 mm. Zuwachs = 32 mm.

Von diesem Gesamtzuwachs fällt:

a) bei den weiblichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0 — $1\frac{3}{4}$ Jahren
2. Viertel in die Zeit von $1\frac{3}{4}$— 6 Jahren
3. Viertel in die Zeit von 6 — $9\frac{1}{2}$ Jahren
4. Viertel in die Zeit von $9\frac{1}{2}$—$16\frac{1}{2}$ Jahren

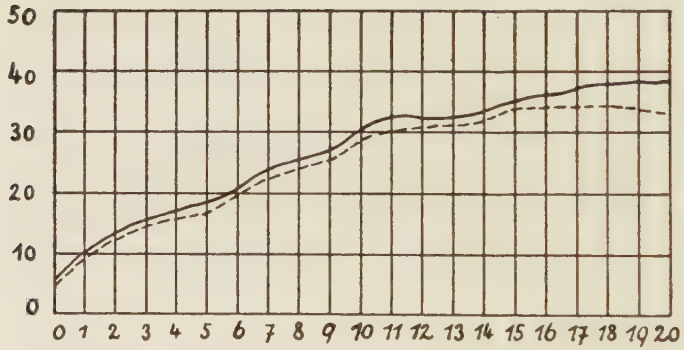


Abb. 20. Wachstum der Höhe der Kieferhöhle.

b) bei den männlichen Individuen das

1. Viertel in die Zeit von 0 — $2\frac{1}{4}$ Jahren
2. Viertel in die Zeit von $2\frac{1}{4}$— $6\frac{1}{4}$ Jahren
3. Viertel in die Zeit von $6\frac{1}{4}$—10 Jahren
4. Viertel in die Zeit von 10 —19 Jahren

Im Verlauf der Kurve lassen sich 3 Perioden unterscheiden.

I. Periode:

a) Verstärktes Wachstum in der Zeit von 0—3 Jahren bei beiden Geschlechtern. Der Zuwachs beträgt 10 mm.

b) Geringeres Wachstum der Zeit von 3—5 Jahren. Der Zuwachs beträgt männlich 3 mm, weiblich $2\frac{1}{2}$ mm.

Tabelle 3 Höhe der Kieferhöhle.

weiblich					männlich				
Nr.	Alter J.	Alter M.	Höhe d. Kieferhöhle	Mittelwert	Nr.	Alter J.	Alter M.	Höhe d. Kieferhöhle	Mittelwert
1	—	—	5,0		3	—	—	7,0	
2	—	6	5,0	5,0	4	—	6	5,0	6,0
5	1	—	9,0		7	1	—	9,0	
6	1	—	9,0	9,0	8	1	—	11,0	10,0
9	2	—	12,0		11	2	—	17,0	
10	2	—	12,0	12,0	12	2	—	10,0	13,5
13	3	4	16,0		14	3	7	16,0	
15	3	6	12,0	14,0	16	3	7	15,0	15,5
17	4	3	13,5		20	4	—	17,0	
18	4	7	16,0		21	4	9	17,0	
19	4	11	15,0	15,5					17,0
22	5	3	15,0		24	5	1	20,5	
23	5	6	18,0	16,5	25	5	8	15,5	18,0
26	6	—	18,5		28	6	4	24,0	
27	6	9	20,5	19,5	29	6	6	17,0	20,5
30	7	—	20,0		34	7	—	21,0	
31	7	1	20,0		35	7	11	16,0	
32	7	2	24,0		36	7	11	28,5	
33	7	4	24,0	22,0	37	7	11	28,5	23,5
38	8	4	25,0		42	8	2	23,0	
39	8	6	23,0		43	8	4	28,0	
40	8	7	21,0		44	8	7	24,0	
41	8	7	27,0	24,0	45	8	8	25,0	25,0
46	9	4	27,0		49	9	7	22,0	
47	9	8	23,0		50	9	8	25,0	
48	9	11	24,0	25,0	51	9	10	32,0	27,0
52	10	—	26,0		55	10	3	28,0	
53	10	1	35,0		56	10	6	33,0	
54	10	11	26,0	29,0					30,5
57	11	7	31,0		59	11	1	30,0	
58	11	11	28,5		60	11	2	30,0	
					61	11	7	30,0	
				30,0	62	11	8	33,0	31,5
					63	11	11	31,5	
64	12	1	31,0		67	12	2	35,0	
65	12	7	30,0		68	12	5	34,0	
66	12	9	32,0	31,0	69	12	6	32,0	32,0
					70	12	7	27,0	
71	13	7	29,5		73	13	4	35,5	
72	13	10	32,5		74	13	5	31,5	
					75	13	6	25,5	
				31,0	76	13	10	32,0	32,0
77	14	1	27,0		80	14	1	31,0	
78	14	10	30,0		81	14	5	35,0	
79	14	11	36,0	31,0					33,0
82	15	8	33,0		84	15	2	30,0	
83	15	9	33,0	33,0	85	15	8	40,0	35,0
86	16	3	32,0		88	16	7	38,0	
87	16	7	34,0	33,0	89	16	10	34,0	36,0
90	17	3	36,0		92	17	1	35,0	
91	17	5	30,0	33,0	93	17	4	39,0	37,0
94	18	2	34,0		96	18	4	38,0	
95	18	6	32,0	33,0	97	18	7	38,0	38,0
98	19	7	36,0		100	19	4	43,0	
99	19	8	33,0	34,5	101	19	6	33,0	38,0
102	20	8	30,0		104	20	6	37,0	
103	20	9	36,0	33,0	105	20	8	39,0	38,0

II. Periode:

a) Verstärktes Wachstum in der Zeit von 6—11 Jahren männlich und 6—10 Jahren weiblich. Der Zuwachs beträgt männlich 14 mm, weiblich 9 mm.

b) Geringes Wachstum vom 10.—14. Lebensjahr bei den weiblichen und vom 11.—14. Lebensjahr bei den männlichen Individuen. Der Zuwachs beträgt weiblich 2 mm, männlich 1 mm.

III. Periode:

a) Verstärktes Wachstum vom 14.—15. Lebensjahr bei den weiblichen Individuen. Der Zuwachs beträgt $2^1/_2$ mm. Bei den männlichen Individuen beginnt dieses verstärkte Wachstum ebenfalls mit dem 14. Lebensjahr, dauert aber bis zum 17. Lebensjahr an. Der Zuwachs beträgt 5 mm.

b) Stillstand des Wachstums.

Die Ursachen für diesen Kurvenverlauf sind folgende:

Der erste steile Anstieg der Kurve wird durch den Verlauf der 1. Dentition verursacht. Da die Kieferhöhle meist über dem 2. Milchmolaren ihre größte Höhenausdehnung erreicht, vollzieht sich das Höhenwachstum der Kieferhöhle auch mit dem Durchbruch dieses Zahnes. Über dem in Funktion befindlichen Milchgebiß dehnt sich die Kieferhöhle zunächst nur langsam und zwar mit dem Tiefertreten der Molaren- und Prämolarenkeime aus. Jetzt gilt es aber zu beachten, daß die Kieferhöhle nach dem Durchtritt des 1. bleibenden Molaren ihre größte Höhe über diesem erreicht. Der bleibende Molar liegt aber hinter der Stelle, an der der 2. Milchmolar gelegen war. Somit rückt auch die größte Höhenausdehnung des Sinus während der Entwicklung rückwärts. Diese Veränderung fällt zusammen mit der von Opfermann beschriebenen Rückwärtswanderung der Crista zygomatico-alveolaris. Darüber haben wir aber schon anderorts berichtet. Das Höhenwachstum der Kieferhöhle in diesem 2. Abschnitt verstärkten Wachstums wird nun im ganzen dadurch bedingt, daß mit dem Durchbruch der bleibenden Zähne die engen Raumverhältnisse im Oberkiefer verschwinden. Der Oberkiefer, der vordem nicht nur der Halteapparat der Milchzähne war, sondern auch die Entwicklungsstelle für die bleibenden Zähne, ist jetzt nur noch der Träger der letzteren. Der Raum, der dadurch gewonnen wird, wird von der Kieferhöhle ausgefüllt.

Interessant ist auch das Verhalten der Wände des Sinus zueinander, die in verschiedenen Winkeln während der Entwicklung aufeinanderstoßen. Diese Verhältnisse wurden bisher noch nicht im Zusammenhang untersucht. Nur bei Reschreiter finden wir eine Angabe, daß in dem ersten Lebensjahr die steil abfallende orbitale Wand des Sinus sich nach oben aufbiegt und daß auf diese Weise die Vergrößerung des Sinus nach oben und außen stattfindet. Aber diese Wände ändern ihre Stellung während

der ganzen Entwicklung der Kieferhöhle und nicht nur etwa im 1. Lebensjahr. (Die beiliegenden Tabellen Nr. 9 bis Nr. 11 zeigen zusammen mit den schematischen Zeichnungen der Abb. Nr. 18 diese Verhältnisse.)

Daraus können wir ersehen, daß die Breite des Sinus zwischen hinterer und vorderer Wand, im Horizontalschnitt betrachtet, dauernd im Abnehmen begriffen ist und von 102 ° auf durchschnittlich 69 ° herabsinkt. Der Grund hierfür ist der, daß die Länge des Sinus im 1. und 2. Lebensjahr die Breite um ein Vielfaches übertrifft. Je mehr nun die Breite dieses Defizit aufholt, desto steiler müssen die Wände des Sinus zueinander zu liegen kommen. Daher ist es ganz natürlich, daß gerade dann, wenn wir ein starkes Breitenwachstum des Gesichtsschädels zu verzeichnen haben, die Größe des Winkels abnimmt. Ein solches starkes Breitenwachstum des Sinus setzt aber einmal zur Zeit des Durchbruches der beiden Milchmolaren, dann zur Zeit des Durchbruches der beiden bleibenden Molaren ein. Daher verkleinert sich auch in unserem Falle gerade in diesem Zeitabschnitt der Winkel besonders stark.

Andere Momente spielen bei der Veränderung des Winkels der vorderen und hinteren Sinusfläche im Sagittalschnitt eine Rolle. Die Größe dieses Winkels nimmt zunächst zu. Vom 1.—3. Jahr steigt der Winkel von 75 ° auf 87 ° an. Seine Ursache hat dies darin, daß der Sinus in diesem Zeitabschnitt sich besonders stark nach hinten über dem Keim des bleibenden 1. Molaren hinwegschiebt. Zunächst aber bleibt er niedrig und flacht so den hinteren Schenkel des Winkels ab. Von nun an nimmt der Winkel wieder ab. Für seinen vorderen Schenkel ist das Herabsteigen des bleibenden Eckzahnes, für den hinteren das Herabsteigen des 1. und 2. Molaren maßgebend. In demselben Maße wie diese Zähne in die Zahnreihe eintreten, schrägt sich die vordere und hintere Wand des Sinus ab. Die Wände stellen sich steil zueinander ein, so daß der Winkel von 87 ° im 4. Lebensjahr bis auf 39 ° im 18. Jahr herabsinkt.

Ganz entgegengesetzt zu den beiden genannten Winkeln verhält sich die Größe des Winkels, der von der Facies superior und der unteren nach dem Alveolarfortsatz zu gerichteten Begrenzung des Sinus gebildet wird. Dieser Winkel fällt vom 1. Lebensjahr bis zum 2. um 7,5 ° ab. Dies kommt daher, weil die Kieferhöhle in dieser Zeit besonders stark in die Breite wächst und so den Boden der Orbita nach oben drängt. Diese Aufwärtsbewegung des Orbitalbodens hat schon R e s c h r e i t e r beschrieben. Vom 3. Lebensjahr an ändert sich der durch diesen Boden gebildete Schenkel in seiner Stellung nicht mehr wesentlich; daß trotzdem der Winkel bedeutend zunimmt, ist auf die Veränderung seines unteren Schenkels zurückzuführen. Die im Milchgebiß im Frontalschnitt noch flache Begrenzung des Sinus nach unten schrägt sich mit dem Durchbruch der bleibenden Zähne mehr und mehr ab. Daher steigt in der Zeit des Durchbruches der bleibenden Zähne vom 6.—12. Lebensjahr der Winkel von 68 auf 85 °.

4. Verhalten der Facies anterior zur Facies posterior.

Tabelle 4.

Größe des Winkels zwischen der Facies anterior und Facies posterior in den einzelnen Entwicklungsjahren.

a) Horizontalschnitt.

Neugeb.	102 °	11 Jahre	86,5 °
1 Jahr	100 °	12 Jahre	72,5 °
2 Jahre	95 °	13 Jahre	72 °
3 Jahre	93,5 °	14 Jahre	72 °
4 Jahre	92 °	15 Jahre	65,5 °
5 Jahre	91 °	16 Jahre	68 °
6 Jahre	90 °	17 Jahre	68 °
7 Jahre	90 °	18 Jahre	69 °
8 Jahre	89 °	Von nun an keine	
9 Jahre	88,5 °	Änderung mehr.	
10 Jahre	87 °		

Tabelle 5.

b) Sagittalschnitt.

Neugeb.	75 °	11 Jahre	58 °
1 Jahr	80 °	12 Jahre	52 °
2 Jahre	87 °	13 Jahre	46 °
3 Jahre	87 °	14 Jahre	46 °
4 Jahre	76 °	15 Jahre	42 °
5 Jahre	75 °	16 Jahre	41 °
6 Jahre	70 °	17 Jahre	40 °
7 Jahre	65 °	18 Jahre	39 °
8 Jahre	63 °	Von nun an keine	
9 Jahre	62,5 °	Änderung mehr.	
10 Jahre	60 °		

5. Verhalten der Facies inferior zur Facies superior.

Tabelle 6.

Größe des Winkels zwischen der Facies inferior und Facies superior in den einzelnen Entwicklungsjahren.

Neugeb.	57 °	5 Jahre	60 °
1 Jahr	60 °	6 Jahre	68 °
2 Jahre	52,5 °	7 Jahre	71,5 °
3 Jahre	57 °	8 Jahre	77,5 °
4 Jahre	58 °	9 Jahre	80,5 °

10 Jahre	82 %	16 Jahre	88 %
11 Jahre	83 %	17 Jahre	90 %
12 Jahre	85 %	18 Jahre	90 %
13 Jahre	85 %	Von nun an keine	
14 Jahre	86 %	Änderung mehr.	
15 Jahre	88 %		

c) Das Zustandekommen des Innenreliefs des Sinus.

Die im Sinus maxillaris des Erwachsenen so zahlreich vorkommenden Leisten und Höcker, die das eintönige Aussehen der Höhle unterbrechen, haben schon immer eine besondere Aufmerksamkeit hervorgerufen. Hinsichtlich ihrer Entstehung kann man 3 Gruppen unterscheiden.

Innerhalb der ersten Gruppe werden normalerweise schon sehr früh in jedem Sinus 2 Leisten ausgebildet. Diese sind einmal der am Dach der Kieferhöhle in ihrem vorderen Teil besonders stark ausgebildete Wulst des canalis infraorbitalis, zum anderen der Tränennasenkanal, der die vordere Bucht des Sinus um ein geringes nach innen einstülpt.

Diese beiden Wülste stülpen sich normalerweise nur im geringen Grade nach innen vor. Es kann aber auch vorkommen, daß die Sinusschleimhaut weiter in den Knochen eindringt, so daß diese Kanäle als starke Erhebungen nach innen zeigen. Dann treten meist auch die Wurzelspitzen der Zähne über das Niveau des Sinusbodens empor und bilden hier Höcker und Kämme. Die Ursachen für dieses Vordringen der Schleimhaut kennen wir noch nicht. Grünwald schreibt: „Gelegentlich führen die formativen Kräfte über den Rahmen des Bedürfnisses (oder richtig der Mangel an soliden Knochen) hinaus, sie gewinnen Eigenbedeutung und so kommt es, daß unter Umständen Knochenwände vorgetrieben werden." Hierher gehören auch die zahlreichen von Zuckerkandl beschriebenen Buchtbildungen der Kieferhöhle. Wir befinden uns hier sicher hart an der Grenze des Normalen und Pathologischen, worauf auch Eller in ihren Erörterungen hinweist.

Verdankt diese Gruppe der Leisten ihre Entstehung einem zu starken Vordringen des Epithels, so ist bei der nächstfolgenden gerade das Gegenteil der Fall. Hier macht die Resorption des Knochens während der Entwicklung plötzlich an irgend einer Stelle halt, dringt dagegen an der nächsten schon wieder weiter vor. Auf diese Weise entstehen Knochenkämme, die die Gestalt des Sinus stark einengen. Sie treten naturgemäß in den Teilen der Kieferhöhle auf, wo wir die stärksten Resorptionsvorgänge während der Entwicklung antreffen, also namentlich an ihrem Boden und gegen das Jochbein zu. Auch hier kennen wir die Ursachen für diese lokalen Entwicklungshemmungen nicht.

Man könnte hier die Frage erheben, ob diese Leisten trajektoriell sind. Ich glaube diese Frage verneinen zu müssen, da diese Erhebungen sonst in

ihrem Verlauf und in ihrem Auftreten eine größere Regelmäßigkeit erkennen lassen müßten. Sie sind aber sowohl ihrer Stärke als auch ihrer Lokalisations- und Verlaufsrichtung nach derart unregelmäßig, daß sie sich in kein statisches System einpassen lassen.

II. Die topographische Anatomie des Sinus.

a) Die Beziehungen der Zähne und Zahnkeime zur Kieferhöhle während des Wachstums.

1. Bisherige Befunde.

Über das Verhalten der Zähne und Zahnkeime zur Kieferhöhle in den Entwicklungsjahren hat Runge Untersuchungen angestellt. Das Ergebnis, das auf beigefügter Tabelle von diesem Autor zusammengefaßt ist, läßt Wünsche offen. Einmal ist das hier verwendete Material nicht reichhaltig genug. Es liefert nur Individual-, aber keine Durchschnittsmaße. Messungen, die Anspruch auf Wertung erheben können, sind nur an 6 Leichenpräparaten gemacht worden, die übrigen 12 Fälle sind am Röntgenogramm gemessen und deshalb nur von bedingtem Werte. Zum anderen aber sind Runge's Untersuchungen auch nicht vollständig. So erwähnt er bei allen Molaren die Beziehungen der palatinalen Wurzeln zur Kieferhöhle überhaupt nicht.

2. Eigene Befunde.

Es wurden daher die gesamten hier zur Frage stehenden Verhältnisse nochmals überprüft. In Tabelle Nr. 7 a und b sind die Entfernungen der Zahnkeime und Wurzeln bei allen 105 untersuchten Fällen angegeben. Zur Erläuterung dieser Tabelle diene folgendes: Gemessen wurde jeweils der kürzeste Abstand des Zahnes von der Kieferhöhle in gleicher Weise, wie dies Bonnsdorf bei seinen Untersuchungen getan hat. Die einzelnen Zahlen geben den Abstand in mm an. Des weiteren bedeuten die Abkürzungen: J. = Jahre, M. = Monate, K. = Keim, W. = Wurzel, mbW. = mesio-buccale Wurzel, dbW. = disto-buccale Wurzel, pW. = palatinale Wurzel, „—" = nicht vorhanden, „=" = vorhanden, aber nicht exakt meßbar, v = verlagert. Steht eine Zahl zwischen 2 Rubriken, etwa zwischen mbW und dbW, so besagt dies, daß nur eine buccale Wurzel vorhanden ist. Anhand dieser Tabelle seien nun die Lageverhältnisse der einzelnen Zähne zur Kieferhöhle genauer besprochen.

Die Milchzähne.

aa) Der Milcheckzahn.

Bei den Neugeborenen finden wir den Keim dieses Zahnes in einer Entfernung von 5 und 8 mm vor dem vorderen Pol des Sinus gelegen. Diese

Entfernung scheint sich bis zum Durchbruch des Milcheckzahnes nicht wesentlich zu verändern und beträgt im allgemeinen 4 bis 6 mm. Mit und nach dem Durchbruch aber steigt sie erheblich und mißt im 3. bis 5. Lebensjahr durchschnittlich 7 mm, nur in einem Falle betrug sie 17 mm. Von nun an wächst die Entfernung bei den männlichen Individuen bis zum 9., bei den weiblichen bis zum 8. Jahr in gleichmäßiger Form und zwar etwa um $^3/_4$ mm im Jahr.

Wir können demnach beim Milcheckzahn hinsichtlich seines Verhaltens zur Kieferhöhle drei Perioden unterscheiden:

1. Der Keim befindet sich in einer Durchschnittsentfernung von 5 mm vor dem vorderen Pol der Kieferhöhle.
2. Während des Durchbruches und unmittelbar darnach erhöht sich die Entfernung rasch auf durchschnittlich 7 mm.
3. Vom 5. bis zum 9. Lebensjahr männlich und bis zum 8. weiblich nimmt die Entfernung gleichmäßig bis auf einen Durchschnittsbetrag von 9 mm zu.

Die Ursache für dieses wechselnde Verhalten ist in folgendem zu sehen. Der Keim findet sich beim Neugeborenen deswegen in relativ großer Entfernung von der Kieferhöhle, weil diese selbst in sagittaler Richtung noch keine allzu große Ausdehnung erreicht hat. Der Zahn muß nun, um in die Zahnreihe an seinen endgültigen Platz zu gelangen, eine große Strecke von der Stelle, an der er als Keim gelegen war, wegwandern. Dieser Umstand bedingt, daß die Entfernung vom Sinus in der 2. Periode sich rasch erhöht. Wir werden einen ähnlichen Vorgang beim bleibenden Eckzahn treffen und dort auf die Einzelumstände dieses Verhaltens genauer zu sprechen kommen. Die Tatsache, daß sich der Zahn, nachdem er ungefähr zwei Jahre voll in Funktion stand, nun bis zu seinem Ausfalle immer mehr von der Kieferhöhle entfernt, ist in der in gleichem Maße fortschreitenden Resorption seiner Wurzel und in dem Wachstum des Keimes des bleibenden Eckzahnes begründet.

bb) Der erste Milchmolar.

Beim Neugeborenen liegt der Keim des Milchmolaren ebenfalls noch etwas vor dem vorderen Pol der Kieferhöhle. Seine Entfernung beträgt 4—5 mm. Nur in einem Falle wurden 0,5 mm gemessen. Mit und nach dem Durchbruch steigt diese Entfernung bis ungefähr ins 3. Lebensjahr rasch an und erreicht eine Durchschnittsgröße von 6 mm. In den folgenden 6 Jahren nimmt sie in gleichmäßiger Form allmählich auf durchschnittlich 13 mm für die mesio-buccale, 12 mm für die disto-buccale und 13 mm für die palatinale Wurzel zu. Bei weiblichen Individuen ist diese Entfernung durchschnittlich $1^1/_2$ mm geringer. Wir können also auch hier 3 Abschnitte unterscheiden.

Tabelle 7 a

Abstand der Zahnwurzeln und Keime der Milchzähne vom Sinus maxillaris bei den männlichen Individuen

Nr.	Alter		Caninus		Molaris I				Molaris II			
	J.	M.	K.	W.	K.	mbW.	dbW.	p.W.	K.	mbW.	dbW.	p.W.
3	—	—	8,0	—	5,0	—	—	—	3,0	—	—	—
4	—	6	6,0	—	4,0	—	—	—	2,0	—	—	—
7	1	—	5,5	—	—	3,5	3,5	3,5	—	2,0	2,0	2,0
8	1	—	—	4,0	—	3,0	3,0	2,5	—	—	—	—
11	2	—	—	7,5	—	4,5	6,0	6,0	—	3,5	5,0	5,0
12	2	—	—	—	—	9,0	9,0	9,0	—	3,5	5,0	5,0
14	3	7	—	17,0	—	11,0	8,0	10,0	—	6,0	4,0	5,0
16	3	7	—	—	—	4,5	6,0	6,0	—	2,0	—	4,5
20	4	—	—	—	—	—	9,5	—	—	—	7,5	9,5
21	4	9	—	—	—	12,0	11,0	—	—	7,0	6,0	—
24	5	1	—	—	—	12,0	12,0	14,0	—	10,0	—	10,0
25	5	8	—	—	—	13,0	13,0	14,0	—	12,0	10,0	12,0
28	6	4	—	—	—	15,0	13,0	13,0	—	9,0	9,0	10,0
29	6	6	—	—	—	15,0	15,0	15,0	—	12,0	10,0	9,0
34	7	—	—	—	—	18,0	17,0	17,0	—	11,0	9,0	8,0
35	7	11	—	—	—	15,0	16,0	15,0	—	13,0	14,0	14,0
36	7	11	—	—	—	12,0	9,0	11,0	—	12,0	9,0	9,0
37	7	11	—	—	—	13,0	11,0	11,0	—	—	10,0	10,0
42	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	8	4	—	—	—	15,0	13,0	11,0	—	9,5	9,0	8,0
44	8	7	—	—	—	14,0	14,0	13,0	—	9,5	8,5	8,0
45	8	8	—	—	—	14,0	15,0	13,0	—	11,0	12,0	11,0
49	9	7	—	—	—	14,0	11,0	13,0	—	12,0	11,0	—
50	9	8	—	—	—	14,0	12,0	11,0	—	12,0	9,0	9,0
51	9	10	—	—	—	—	—	—	—	13,0	13,0	12,0
55	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	10	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	11	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	11	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	11	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	11	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	12	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	12	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	12	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	13	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74	13	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	13	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	13	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	14	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
81	14	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	15	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	15	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
88	16	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	16	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
92	17	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
93	17	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	18	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
97	18	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	19	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
101	19	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
104	22	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
105	23	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 7b

Abstand der Zahnwurzeln und Keime der Milchzähne vom Sinus maxillaris bei den weiblichen Individuen

No.	Alter		Caninus		Molaris I				Molaris II			
	J.	M.	K.	W.	K.	mbW.	dbW.	pW.	K.	mbW.	dbw.	pW.
1	—	—	5,0	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—
2	—	6	4,0	—	4,0	—	—	—	2,0	—	—	—
5	1	—	—	6,0	0,5	—	—	—	4,0	—	—	—
6	1	—	—	7,0	—	3,0	2,0	0,5	3,0	—	—	—
9	2	—	—	—	—	6,0	5,0	6,0	—	5,0	4,0	5,0
10	2	—	—	7,0	—	7,0	7,0	8,0	—	5,0	4,0	5,0
13	3	4	—	7,0	—	9,5	7,5	7,0	—	7,0	7,5	7,0
15	3	6	—	—	—	6,2	4,0	5,5	—	2,0	4,0	4,5
17	4	3	—	—	—	12,0	10,5	7,5	—	7,5	7,5	6,0
18	4	7	—	—	—	—	—	7,2	—	—	—	2,0
19	4	11	—	—	—	—	11,0	—	—	—	8,5	—
22	5	3	—	—	—	7,0	6,0	6,0	—	6,5	6,0	6,0
23	5	6	—	—	—	14,0	12,0	14,0	—	13,0	12,0	12,0
26	6	—	—	—	—	10,0	9,0	10,0	—	10,0	9,5	—
27	6	9	—	—	—	12,0	12,0	13,0	—	9,0	9.0	10,0
30	7	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0	6,5	6,0
31	7	1	—	—	—	10,0	10,0	8,5	—	8,0	8,0	9,0
32	7	2	—	—	—	11,0	10,0	11,0	—	9,0	9,0	8,5
33	7	4	—	10,0	—	12,0	11,0	12,0	—	9,0	8,0	9,0
38	8	4	—	—	—	15,0	14,0	15,0	—	11,0	9,0	11,0
39	8	6	—	—	—	—	—	—	—	11,0	10,0	9,0
40	8	7	—	11,0	—	—	—	—	—	12,0	10,0	8,5
41	8	7	—	—	—	—	—	—	—	10,0	10,0	9,0
46	9	4	—	—	—	—	—	—	—	10,0	9,0	10,0
47	9	7	—	—	—	—	—	—	—	15,0	14,0	14,0
48	9	11	—	—	—	15,0	14,0	15,0	—	15,0	15,0	15,0
52	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	10	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	11	7	—	—	—	19,0	17,0	18,0	—	14,0	12,0	11,0
58	11	11	—	—	—	—	—	—	—	10,0	9,0	11,0
64	12	1	—	—	—	—	—	—	—	11,0	11,0	12,0
65	12	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	12	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	13	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	13	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	14	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78	14	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79	14	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
82	15	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	15	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
86	16	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
87	16	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	17	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91	17	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
94	18	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	18	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
98	19	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
99	19	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	20	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	20	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1. Solange sich der Keim im Kiefer befindet, ist die Entfernung von der Kieferhöhle mit durchschnittlich 4—5 mm am geringsten.
2. Während seines Durchbruches erhöht sich diese Entfernung rasch auf durchschnittlich 6 mm.
3. Nach seinem Durchbruch bleibt die Entfernung einige Zeit gleich und nimmt erst wieder zu, wenn die Zahnresorption einsetzt.

Über die Lage des Zahnes selbst kann man sagen, daß er nach seinem Durchbruch unmittelbar unter dem vorderen Pol der Kieferhöhle gelegen ist. Ursächlich sind an dem Lage- und Entfernungswechsel die gleichen Momente beteiligt wie bei dem Milcheckzahn, nur ist hier die Strecke, die der Zahn bei seinem Durchbruch zu wandern hat, wesentlich geringer.

cc) Der zweite Milchmolar.

Der 2. Milchmolar verhält sich im wesentlichen wie der erste, nur liegt er etwa unter der Mitte des Kieferhöhlenbodens, der hier meist seine tiefste Stelle erreicht. Hier ist die Entfernung kürzer als beim ersten Milchmolaren. Der Keim befindet sich vor seinem Durchbruch in einer Entfernung von 2—4 mm vom Sinus. Mit und nach dem Durchbruch nimmt dieser Abstand einigermaßen gleichmäßig zu und steigt bis auf 7 mm für die mesio-buccale und bis auf 6 mm für die disto-buccale Wurzel an. Die palatinale Wurzel scheint mit 4—5 mm Abstand die nächsten Beziehungen zwischen Milchzahnwurzel und Kieferhöhle überhaupt zu besitzen. In der Folge wird die Entfernung mit der Entwicklung des 2. bleibenden Molaren und der fortschreitenden Wurzelresorption immer größer. Da der Zahn aber meist später als der 1. Milchmolar ausgestoßen wird, bestehen die genannten Beziehungen nur länger, was neben der durchschnittlich um 2—3 mm kürzeren Entfernung vom Sinus den einzig wesentlichen Unterschied gegenüber dem 1. Milchmolaren darstellt.

Zusammenfassung.

Im allgemeinen läßt sich feststellen, daß nur die Keime der Milchzähne einigermaßen der Kieferhöhle benachbart sind. Mit und nach dem Durchbruch vergrößert sich diese Entfernung ziemlich rasch. Dies findet seine Erklärung einerseits in der Wanderung der Zähne in die Zahnreihe, andererseits durch das Wachstum des zwischen ihrer Wurzelspitze und dem Antrumboden gelegenen Kieferabschnittes, der die bleibenden Prämolaren enthält. In der Folgezeit erhöht sich mit der Resorption der Milchzahnwurzel je nach dem Resorptionsmodus und der Zeit der einzelnen Zähne der Abstand immer mehr. In bezug auf die Lage der Kieferhöhle zu den Zähnen kann man zusammenfassend sagen: Der Eckzahn liegt weit vor dem vorderen Pol und hat niemals Beziehungen zur Kieferhöhle. Der 1. Milchmolar liegt unter ihrem vorderen Pol, der 2. Milchmolar etwa unter der Mitte ihres Bodens. Bei den weiblichen Individuen wurde der Abstand im Durchschnitt um 1—1,5 mm geringer angetroffen.

Die bleibenden Zähne.

aa) Der Eckzahn.

Die erste meßbare Entfernung des Eckzahnes finden wir bei einem 2 Jahre alten Kinde. Dort liegt der Keim in einem Abstand von 2 mm schräg unter dem vorderen Boden der Kieferhöhle. Aber auch bei den anderen Kindern scheint ein ganz geringer Abstand vorhanden zu sein. Hier ist aber eine exakte Messung an unserem Röntgenbild nicht möglich. Erst einige Zeit nach dem Durchbruch entfernt sich der Zahn von der Kieferhöhle und zwar bei den Mädchen vom 11. Jahre an. Von diesem Zeitpunkt bis Ende des 12. Jahres steigt der Durchschnittsabstand bei diesen von 0,5 auf 6,5 mm. Bei Knaben vergrößert sich die Entfernung etwas später und erreicht bis Ende des 13. Lebensjahres etwa 6—7 mm. Wir können also beim Eckzahn hinsichtlich seiner Lage zur Kieferhöhle drei Stadien unterscheiden:

1. Als Keim liegt er in nächster Nähe der Kieferhöhle. Die Entfernung beträgt im Durchschnitt 1—2 mm.
2. Während seines Durchbruches und noch einige Zeit nachher erhöht sich diese Entfernung bei den weiblichen Individuen um $1\frac{1}{2}$ Jahre früher als bei den männlichen um den Durchschnittsbetrag von 5 mm.
3. Der fertig ausgebildete Zahn hat bei den weiblichen Individuen vom 12. und bei den männlichen vom 13. Jahre an eine Entfernung von 6 mm. Ob auch in der Abstandsgröße zwischen männlich und weiblich ein Unterschied vorhanden ist, kann man an unserem Material nicht eindeutig klarlegen. Es besteht aber die Vermutung, daß es so ist, da bei den männlichen Individuen in manchem Einzelfall höhere Werte erreicht wurden, die sich aber bei der Aufstellung des Durchschnitts nicht wesentlich bemerkbar machten. Analog diesem Befund können wir über die Lage des Zahnes zur Kieferhöhle sagen:
   1. Der Keim liegt unter dem vorderen Boden der Kieferhöhle.
   2. Zur Zeit des Durchbruches rückt er nach frontal und medial von ihr.
   3. Nach seinem Durchbruch ist der Zahn vor und median von der Kieferhöhle und hat im allgemeinen keine Beziehungen mehr zu dieser.

Runge hat als Erster auf dieses wechselnde Verhältnis des bleibenden Eckzahnes zur Kieferhöhle aufmerksam gemacht und erklärt es folgendermaßen: „Der Grund für diese eigenartige Wanderung des Eckzahnes scheint mir in der Ausweitung der Nasenhöhle und dem damit im Zusammenhang stehenden Längenwachstum des Oberkiefers zu liegen. Es breitet sich nämlich der untere Nasengang stark aus, schiebt sich, da der Alveolarfortsatz nicht in gleichem Maße nach lateral rückt, über diesen herüber und zieht so einen Teil der Zahnwurzel in seinen Bereich. Auch die Kiefer-

Tabelle 7c

Abstand der Zahnwurzeln und Keime der bleibenden Zähne vom Sinus maxillaris bei den männlichen Individuen

Caninus		Prämolar I			Prämolar II			Molaris I				Molaris II				Molaris III			
K.	W.	K.	bW.	pW.	K.	bW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.
—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,5	—	—	0,5	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,5	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2,3	—	—	2,0	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	2,0	—	—	1,5	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	6,0	—	—	4,0	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	2,0	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	4,0	—	—	3,0	—	—	2,5	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	7,0	—	—	2,0	—	—	1,5	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	7,5	—	—	2,0	—	—	4,0	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—
—	—	9,0	—	—	6,0	—	—	3,0	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	6,5	—	—	3,0	—	—	—	7,0	6,0	2,5	6,0	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	9,0	—	—	3,5	—	—	—	2,0	2,0	2,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	9,0	—	—	2,5	—	—	—	2,0	2,5	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	6,0	—	—	6,5	—	—	—	6,5	6,0	6,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	6,0	—	—	4,0	—	—	—	2,5	3,7	2,6	2,5	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	6,0	—	—	3,5	—	—	—	1,7	1,6	1,6	2,3	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	—	7,0		3,0	—	—	—	1,5	2,0	0,5	1,5	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	5,5	—	—	0,5	—	—	—	1,5	1,0	2,1	1,5	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	6,0	—	—	2,5	—	—	—	1,0	1,5	0,5	2,0	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	4,5	—	—	1,5	—	—	—	1,0	1,0	1,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	2,0	—	—	1,0	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—	1,0	—	—	—
—	2,0	6,0	—	—	3,0	—	—	—	1,0	1,0	1,5	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—
3,5	—	8,0	—	—	2,5	—	—	—	—	1,0	0,5	1,0	—	—	—	0,5	—	—	—
2,0	—	—	2,0	2,0	—	1,0		—	1,5	1,8	1,5	1,5	—	—	—	1,0	—	—	—
1,0	—	—	4,0	—	—	2,0		—	1,5	1,3	1,7	2,0	—	—	—	0,5	—	—	—
1,(	—	—	3,0		—	2,0		—	2,5	2,0	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—
—	2,0	—	6,0	5,0	—	3,5	—	—	1,5	—	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	7,0		—	6,0		—	3,0	2,0	3,5	—	2,0	3,0	4,0	4,0	—	—	—
—	2,0	—	3,0		—	3,0		—	3,0	2,0	3,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
—	3,0	—	4,0		—	3,5		—	2,0	2,0	1,5	—	1,5	1,5	0,5	1,0	—	—	—
—	4,0	—	5,0		—	2,5		—	1,5	1,5	0,5	—	2,5	0,5	—	—	—	—	—
—	4,0	—	6,0		—	3,5		—	3,2	2,0	2,0	—	2,0	2,0	1,5	—	—	—	—
0,5	—	—	5,0		—	2,0		—	3,5	2,5	2,0	—	1,5	1,5	1,5	2,5	—	—	—
—	1,0	—	2,0		—	0,5		—	2,0	2,0	1,5	—	2,0	3,5	3,5	4,0	—	—	—
—	4,0	—	3,0		—	1,5		—	1,5	1,5	1,0	—	—	2,0	1,0	2,0	—	—	—
—	4,0	—	4,0		—	3,5		—	—	—	—	—	—	1,0	1,0	2,0	—	—	—
—	1,5	—	2,0		—	1,0		—	3,0	3,0	2,0	—	3,0	3,0	4,0	2,5	—	—	—
—	6,0	—	3,0		—	2,0		—	1,0	0,5	0,5	—	3,0	2,8	2,8	2,3	—	—	—
—	4,0	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	4,0	3,5	2,8	2,6	—	—	—
—	8,0	—	6,0		—	2,0		—	3,1	2,9	2,7	—	3,0	2,5	2,0	1,0	—	—	—
—	4,0	—	7,4		—	5,0		—	3,5	2,9	3,7	—	2,0	2,0	1,8	1,5	—	—	—
—	3,0	—	3,2	3,2	—	0,5		—	—	—	—	—	4,0	3,0	3,0	—	—	—	—
—	4,0	—	5,0		—	0,5		—	4,0	4,3	3,5	—	2,0	2,3	1,6	1,4	—	—	—
—	7,5	—	5,6		—	2,0		—	5,0	3,5	3,5	—	3,0	2,8	2,3	1,3	—	—	—
—	7,5	—	8,0		—	5,0		—	3,0	2,0	2,0	—	2,5	1,0	0,5	—	—	—	—
—	4,3	—	4,0		—	3,0		—	3,0	2,0	1,5	—	1,5	1,5	1,0	—	2,4		2,4
—	9,5	—	7,0		—	4,0		—	—	—	—	—	3,5	3,0	3,0	—	—	—	—
—	9,4	—	6,5		—	3,5		—	2,1		2,3	—	3,5		2,0	—	3,5	3,5	3,5
—	5,4	—	3,4		—	1,0		—	—	2,3	2,7	—	2,3		2,0	2,0		—	—
—	5,6	—	3,7	3,7	—	2,0	2,0	—	—	—	—	—	2,0	1,5	0,5	—	2,5		2,5
—	3,5	—	3,4	3,0	—	1,0	1,0	—	—	3,2	2,0	—	2,0	1,5	1,5	4,0	—	—	—
—	8,5	—	4,5		—	0,5	0,5	—	—	—	—	—	4,0	4,0	3,0	—	—	—	—

Tabelle 7d

Abstand der Zahnwurzeln und Keime der bleibenden Zähne vom Sinus maxillaris bei den weiblichen Individuen

Caninus		Prämolar I			Prämolar II			Molaris I				Molaris II				Molaris III			
K.	W.	K.	bw.	pW.	K.	bW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.	K.	mbW.	dbW.	pW.
—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,5	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	3,0	—	—	0,5	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	2,0	—	—	1,0	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	3,0	—	—	2,0	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	—	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	4,5	—	—	3,0	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	1,5	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	4,0	—	—	4,5	—	—	2,5	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	4,0	—	—	—	—	—	2,5	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—
3,0	—	7,0	—	—	3,0	—	—	4,5	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	2,0	—	—	1,0	—	—	—	0,5	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
3,5	—	3,5	—	—	2,0	—	—	—	2,0	2,8	3,0	2,5	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	2,5	—	—	2,0	—	—	—	0,5	0,5	2,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	3,0	—	—	1,0		—	—	1,0	0,5	0,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	2,5	—	—	1,5	—	—	—	0,5	0,5	2,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	5,0	—	—	2,0	—	—	—	1,0	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	3,5	—	—	1,5	—	—	—	1,5	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	5,0	—	—	3,5	—	—	—	1,0	1,0	1,5	2,0	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	5,0	—	—	2,5	—	—	—	1,0	2,0	0,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	9,0	—	—	2,5	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—
5,0	—	7,5	—	—	1,5	—	—	—	2,5	3,5	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—
3,5	—	7,0	—	—	5,0	—	—	—	3,0	2,5	0,5	2,5	—	—	—	1,0	—	—	—
1,5	—	4,0	—	—	1,5	—	—	—	1,0	1,0	0,5	2,0	—	—	—	2,0	—	—	—
0,5	—	—	2,5	3,0	—	1,0		—	—	0,5	—	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—
2,0	—	—	6,5	7,5	—	1,0	2,0	—	3,0	2,0	3,0	1,0	—	—	—	0,5	—	—	—
3,0	—	—	3,5		—	2,0		—	1,5	1,5	1,0	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—
3,5	—	2,5	—	—	1,5	—	—	—	1,5	1,5	1,0	1,5	—	—	—	2,0	—	—	—
—	5,0	—	7,0		0,5	—	—	—	2,0	2,0	2,8	—	5,0	5,3	0,5	1,5	—	—	—
—	4,5	—	2,5		0,5	—	—	—	—	3,0	1,0	—	—	1,0	1,0	1,0	—	—	—
—	—	—	0,5		0,5	—	—	—	0,5	0,5	0,5	—	0,5	0,5	0,5	1,0	—	—	—
—	5,0	—	9,0		—	3,0		—	—	3,0	3,0	—	1,5		2,0	1,0	—	—	—
2,0	—	—	1,5		—	0,5		—	2,5	3,0	1,0	—	3,0		4,0	3,0	—	—	—
—	3,0	—	2,0		—	2,5		—	4,0	6,0	5,0	—	4,0		2,0	4,0	—	—	—
—	8,0	—	5,5		—	2,5		—	2,5	2,5	2,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—
—	5,0	—	2,0		—	1,0		—	0,5	1,0	0,5	—	0,5	0,5	0,5	2,0	—	—	—
—	4,0	—	4,5	3,5	—	2,0		—	0,5	0,5	0,5	—	0,5	0,5	0,5	—	—	—	—
—	8,0	—	8,5	7,5	—	4,0		—	1,0	0,5	0,5	—	1,0	1,0	1,0	—	1,9		1,6
—	9,0	—	5,0		—	2,0		—	3,3	2,1	2,1	—	3,1	2,9	2,7	—	—	—	—
—	4,0	—	9,0	5,0	—	3,0		—	3,0	2,0	2,0	—	2,5	2,0	2,5	—	2,0	2,0	2,3
—	6,0	—	4,0	3,0	—	1,9		—	2,0	2,0	2,0	—	2,0		1,5	—	2,0	2,0	2,0
—	9,0	—	7,0		—	5,5		—	1,0	2,0	3,0	—	—	—	2,0	1,0	—	—	—
—	3,5	—	3,0	3,5	—	1,3	1,3	—	2,0	2,5	1,0	—	2,5	2,0	2,0	—	—	—	—
—	8,0	—	7,5		—	2,5		—	3,0	2,5	1,5	—	2,0	1,0	0,5	1,0	—	—	—
—	8,0	—	8,0	5,0	—	2,0	1,5	—	2,5	2,5	2,0	—	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—
—	4,0	—	2,0		—	1,0		—	0,5	2,0	0,5	—	0,5		0,5	—	—	—	—
—	4,0	—	1,0		—	0,5		—	0,5	0,5	1,0	—	2,0		0,5	2,0	—	—	—
—	8,0	—	5,0		—	2,0		—	1,0	0,5	1,0	—	3,0		0,5	—	—	—	—
—	9,0	—	7,0		—	3,0		—	3,0	2,0	2,0	—	2,0	2,0	2,3	—	1,5	1,5	2,0

höhle wird dadurch in ihrem Verhalten zu den Zahnwurzeln der Frontzähne etwas seitlich abgedrängt, zumal sich zwischen Nasenhöhle und Kieferhöhle ein starker Gesichtspfeiler ausbilden muß."

Diese Auslegung trifft nicht restlos zu und zwar aus folgenden Gründen: Wir haben bereits ausdrücklich festgelegt, daß das Abrücken des Eckzahnes von dem vorderen Sinuspol in der Zeit vom 11.—13. Jahr stattfindet. Runge führt als Ursache hierfür 1. das Längenwachstum des Kiefers an. Aber gerade im Gebiet des Eckzahnes und der Prämolaren findet kein Wachstum statt. An die Stelle der beiden Milchmolaren treten im bleibenden Gebiß die beiden Prämolaren. Diese haben aber eine wesentlich geringere Kronengröße als ihre Vorgänger. Daher ist der Kieferabschnitt, der von ihnen besetzt wird, kleiner. Es müßte somit geradezu eine Lücke auftreten. Diese wird aber durch zwei Umstände verhindert. Einmal dadurch, daß der 1. Mahlzahn etwas nach vorne rückt und die Breite der beiden bleibenden Schneidezähne und des Eckzahnes zusammengenommen größer ist als die ihrer Vorgänger. Dadurch wird der bleibende Eckzahn eher im Verhältnis zum Milcheckzahn nach hinten verlagert. Aber auch der zweite Grund, den Runge angibt, nämlich das Breitenwachstum der Nase ist nicht stichhaltig. Wir konnten nämlich in der fraglichen Zeit vom 11.—13. Lebensjahr ein besonderes Wachstum der Nasenhöhlenbreite nicht feststellen.

Das Verhalten des Zahnes wird uns aber klar, wenn wir beachten, daß schon sein Keim in bezug auf seine Lage eine besondere Stellung einnimmt. Im allgemeinen stehen die Zahnkeime über bzw. etwas hinter ihren Vorgängern. Nur der Eckzahn weicht von dieser Regel ab und zwar deswegen, weil von der Stelle aus, an die er zu treten hat, der vordere Gesichtspfeiler als ein mechanisch besonders beanspruchter Teil des Alveolarfortsatzes nach oben strebt. Die Entwicklung der Zahnkeime findet aber immer an funktionell nicht beanspruchten Stellen des Kiefers statt. Um nun aber an die Stelle seiner endgültigen Bestimmung zu gelangen, muß der Eckzahn einen größeren Weg bei seinem Durchbruch zurücklegen. Aus diesem Grunde ist er auch, wenn wir den Weisheitszahn außer Betracht lassen, der Zahn, der am spätesten zum Durchbruch kommt. Es findet also ein wirkliches Wegwandern des Zahnes von der Kieferhöhle satt. Der Raum aber, an dem der Zahnkeim gelegen war, wird nun von der Nasenhöhlenschleimhaut aus resorbiert. Der vordere Pol des Sinus rückt aber deswegen keineswegs nach seitwärts (s. Abb. 21).

bb) Der 1. Prämolar.

Es wäre nun eigentlich beim 1. Prämolaren ein ähnliches Verhalten wie beim Eckzahn zu erwarten. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Der bleibende Prämolar hat beim Erwachsenen einen geringeren Abstand vom Kieferhöhlenboden als der Eckzahn. Bei dem Keim des Prämolaren ist es

gerade umgekehrt. Der Keim des 1. Prämolaren findet sich bei allen Fällen in einer wesentlich größeren Entfernung von der Kieferhöhle als der Eckzahn, ja er ist überhaupt der von der Kieferhöhle am weitesten entfernte Zahnkeim und ändert sein Verhalten erst nach dem Durchbruch (s. Abb. 19).

In den Kinderschädeln aus dem 1. Lebensjahr liegt der Keim der Kieferhöhle verhältnismäßig noch am nächsten.

In den darauffolgenden Jahren bis zum Durchbruch des Zahnes an der Wende des 9. Jahres hat sich die Entfernung bei beiden Geschlechtern auf 5—6 mm erhöht. Wir finden ihn daher vom 4. bis 9. Lebensjahr in einer Durchschnittsentfernung von 6 mm unter dem vorderen Viertel der Kieferhöhle gelegen. Nach seinem Durchbruch wechselt er sein Verhalten. Die Variationsbreite schwankt bei den männlichen Individuen zwischen 0,5

Abb. 21. Zur Erklärung des wechselnden Verhaltens der Keime und der durchgebrochenen Zähne 3 und 4 zur Kieferhöhle

und 9 mm, bei den weiblichen zwischen 2 und 7,4 mm. Trotzdem liegt die Entfernung nach dem Durchbruch dem Werte nach um 2 mm tiefer als die des Keimes. Es können somit drei Perioden unterschieden werden:

1. Von seinem Erscheinen an bis ins 2. Lebensjahr liegt der Keim in einer Entfernung von 1—2 mm unter dem vorderen Viertel der Kieferhöhle.
2. In der Zeit vom 4.—9. Lebensjahr vergrößert sich die Entfernung anfangs rasch und bleibt dann etwa vom 5. Lebensjahr an unverändert.
3. In der darauffolgenden Zeit wechselt der Abstand immer wieder, obwohl die durchschnittliche Entfernung geringer ist als in der vorausgehenden Periode.

Was sind nun die Ursachen dieses wechselnden Verhaltens? In den ersten beiden Lebensjahren bilden sich die Wurzeln des 1. Milchmolaren aus und erreichen ihre volle Größe und Funktionsfähigkeit. Bis zu dieser Zeit finden an ihnen und in ihrer Umgebung rege Wachstumsvorgänge statt, die ein Tiefertreten des Prämolaren nach unten zunächst verhindern. Dadurch findet das Verhalten des Sinus in der oben bezeichneten ersten

Periode seine Erklärung. Für das Zustandekommen der zweiten Periode sind m. E. mehrere Umstände verantwortlich. Die Keime der bleibenden Zähne sind im Kiefer nicht waagrecht hintereinander gelagert, sondern nehmen die Stellung eines nach oben offenen Halbkreises ein. Wären sie unmittelbar hintereinander gestellt, so müßte der Kiefer während der Kindheit schon wesentlich länger sein. Während nun diese bogenförmige Anordnung der Zähne namentlich vom 2. Prämolaren an deutlich ausgeprägt ist, tritt im Vordergebiet des Kiefers eine Knickung des Bogens ein, die daran zu erkennen ist, daß die Kieferhöhle winklig — etwa 135° — von ihrer unteren Fläche auf die vordere übergeht. An der Außenfläche dieses Winkels liegen unmittelbar über und neben der Stelle seines Scheitelpunktes der Eckzahn und der 2. Prämolar. Diese kommen dadurch in einen nach dem Alveolarfortsatz offenen Winkel zu stehen, dessen Schenkelschnittpunkt mit der Umschlagstelle der unteren und vorderen Kieferhöhlenflächen ungefähr zusammentrifft. In den so gebildeten Winkel kommt nun der 1. Prämolar zu liegen und zwar je nach seiner Breite, der Größe des Öffnungswinkels und der Entfernung des Eckzahnes vom 2. Prämolaren in mehr oder weniger größerem Abstand vom Sinus (s. Abb. 19). Diese Entfernung ist aber immer größer als die der beiden Nachbarzähne. Sind nun der Eckzahn und der 2. Prämolar durchgebrochen, so verschwindet diese Winkelbildung des 2. Prämolaren mit dem Eckzahn, die beiden Zähne richten sich parallel aus und ihre Wurzelspitzen befinden sich nun in annähernd gleicher Höhe. Jetzt erst wird es der Kieferhöhle möglich, nach dem 1. Prämolaren hin weiter vorzudringen. Das ist der Zeitpunkt, in dem der Abstand der Kieferhöhle vom 1. Prämolaren wieder geringer wird.

Über die endgültige Lage kann man sagen, daß der Prämolar beim Erwachsenen etwas median und unter dem vorderen Pol der Kieferhöhle gelegen ist. Während der Entwicklung liegt er weiter gegen die Mitte der Kieferhöhle und unmittelbar unter ihr. Für das wechselnde Verhalten nach seinem Durchbruch — die Schwankungsbreite ist hier ziemlich groß — sind die Bauverhältnisse des gesamten Gesichtsschädels maßgebend. Wir werden in einem späteren Abschnitte darauf zurückkommen.

cc) Der 2. Prämolar.

Der 2. Prämolar hat, wie ja schon aus dem vorhergehenden ersichtlich ist, wieder wesentlich nähere Beziehungen zur Kieferhöhle. Bis zum 2. Lebensjahre finden wir ihn unmittelbar unter der Kieferhöhle gelegen. Seine Durchschnittsentfernung beträgt 0,5 mm. In der darauffolgenden Zeit, etwa vom 3.—9. Jahr für beide Geschlechter, vergrößert sich der Abstand auf 3 mm durchschnittlich bei den männlichen und 2,5 mm bei den weiblichen Individuen. Nach seinem Durchbruch wird die Entfernung etwa um $1\frac{1}{2}$ mm geringer. Es können somit hier drei Perioden unterschieden werden:

1. Während des 1. und 2. Lebensjahres herrschen enge Beziehungen.
2. Vom 3. bis 9. Lebensjahr wird die Entfernung wieder größer und beträgt durchschnittlich 3 mm.
3. Vom 9. Jahre an nimmt die Entfernung wieder um etwa ½ mm ab, variiert jetzt aber außerordentlich stark.

Wir haben also im Gegensatz zum 1. Prämolaren ein wesentlich anderes und gleichmäßigeres Verhalten des Zahnes. Wenn der Zahn sich vom 2. bis zum 9. Lebensjahr von der Kieferhöhle entfernt, so findet dies seine Ursache darin, daß bis zum 4.—5. Lebensjahr der Zahn sich zwischen die weit entfalteten Wurzeln des 2. Milchmolaren senken kann. Die bald darauf einsetzende Resorption dieses Zahnes erlaubt dann ein noch weiteres Vordringen. Seine endgültigen Beziehungen regeln sich natürlich erst dann, wenn der Zahn in Funktion getreten ist und es unter dieser zu einer funktionellen Gestaltung des betreffenden Kieferabschnittes gekommen ist.

dd) Der 1. bleibende Molar.

Wesentlich einfacher und nahezu völlig gleichmäßig während der gesamten Entwicklung sind die Beziehungen des 1. Molaren zur Kieferhöhle. Die durchschnittliche Entfernung des Keimes beträgt 2,5 mm. Diese Entfernung bleibt sich auch nach dem Durchtritt des Zahnes gleich und ändert sich auch nicht wesentlich, wenn er in Gebrauch getreten ist. Die hier gemessenen Abstände betragen für die mesio-buccale Wurzel 3 mm, für die disto-buccale 2,5 mm und für die palatinale ebenfalls 2,5 mm. Im Einzelfalle lassen sich erhebliche Abweichungen feststellen, die aber im ursächlichen Zusammenhang mit der Gesamtgestaltung des Gesichtsschädels stehen.

ee) Der 2. bleibende Molar.

Im allgemeinen verhält sich der 2. bleibende Molar genau so wie der erste, nur stehen seine sämtlichen Wurzeln und sein Keim dem Kieferhöhlenboden etwa 1 mm näher.

ff) Der 3. bleibende Molar.

Auch hier herrschen dieselben Beziehungen, nur ist dieser Zahn, wenn er vorhanden ist, wieder etwas weiter (etwa 1,5 mm) als der 2. Molar von der Kieferhöhle entfernt. Der Grund für das gleichmäßige Verhalten der Zähne und ihrer Keime im Molarengebiet in ihren Beziehungen zur Kieferhöhle liegt darin, daß sich diese Zähne in dem Kieferabschnitt völlig neu aufbauen, ohne auf das, was bereits vorhanden ist, Rücksicht nehmen zu müssen.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Die Keime der bleibenden Zähne befinden sich mit Ausnahme des 1. Prämolaren in naher Beziehung

zur Kieferhöhle, wobei die Entfernungen beim 2. bleibenden Molaren die geringste Größe haben. Während der Entwicklung dieser Zähne treten namentlich in dem Gebiet über den Milchzähnen wesentliche Veränderungen ein, während in dem Abschnitt vom 1. bis zum 3. bleibenden Molaren die Entwicklung gleichmäßig vor sich geht und konstantere Verhältnisse vorliegen. Als Ursache hierfür möchte ich annehmen, daß im vorderen Kieferabschnitt während der Entwicklung nicht nur eine Neubildung, sondern auch eine weitgehende Umbildung, die auf die vorhandenen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen hat, stattfindet. Der rückwärtige Kieferabschnitt, der von den bleibenden Molaren besetzt ist, wird dagegen völlig neu aufgebaut. Seine Entwicklung ist wesentlich unabhängiger, was dazu führt, daß auch die anatomischen Verhältnisse einfach und gleichförmig sind.

b) Die Beziehungen des Sinus zum Infraorbitalkanal und zum Tränennasengang.

Über das Verhalten des Sinus zum Infraorbitalkanal schreiben Torrigiani und Zuckerkandl, sie fänden die Höhle im 2. Lebensjahr hinten schon unter dem Kanal, vorne dagegen noch medial von ihm gelagert. Schäffer sagt, die Highmorhöhle erreiche mit 1½ Jahren den canalis infraorbitalis noch nicht. Haßelwander führt, ohne genauere Altersangaben zu geben, an, daß man an Schädeln von Kindern mit vollentwickeltem Milchgebiß beobachten könne, wie die Kieferhöhle dicht unter dem dünnen Augenboden seitwärts an den Sulcus und canalis infraorbitalis vorbeigewuchert ist. Am besten orientieren uns die Angaben Peters. Er schreibt, daß beim Neugeborenen die Höhle nach der Seite den Kanal noch nicht erreicht, auch im 1. Jahre gelangt sie noch nicht zu ihm heran. Im 2. Jahre finde er sie hinten schon unter dem Kanal, vorne noch medial von ihm, im 5. Jahre überrage der Sinus den Kanal seitlich schon ziemlich weit. Symington zeichnet ähnliches.

Geringe Beachtung fand dagegen das Verhalten des Sinus zum Tränennasengang. Haßelwander schreibt, über dem vollentwickelten Milchgebiß sei die Höhle entlang der lateralen Nasenwand an den Kanal herangewuchert. Nach Peter reicht der Sinus beim Neugeborenen vorne an oder etwas über dem Tränennasengang, doch ist er von diesem noch durch reichliches Gewebe getrennt (vgl. Abb. Nr. 7—12). Im 12.—14. Lebensjahr ist die Endform des Sinus nach dem Tränennasengang erreicht.

Wir haben die zur Frage stehenden Verhältnisse nochmals untersucht und können die Angaben Peters bestätigen.

c) Die Beziehungen des Sinus zur Nase.

Die Ansichten über diese Verhältnisse in der Literatur sind nicht einheitlich. So sagt Peter: „Der Boden der Kieferhöhle steht am Ende des 2. Jahres etwas tiefer als die Insertion der unteren Muschel und senkt sich

noch weiter herab. Im 7. Jahr befindet sich der Grund in der Ebene der Mitte des unteren Nasenganges. Im 12. bis 14. Jahre steht der Boden in gleicher Höhe mit dem der Nasenhöhle." Davis schreibt: „Der Boden steht im 1. Jahre 4,2 mm höher als der Nasenboden und senkt sich mit jedem Jahre um 1,5 mm. Im 9. Jahre ist der Boden der Höhle mit der Nasenhöhle in gleicher Ebene." Haike führt an: „Die Ausbildung einer Alveolarbucht ist Voraussetzung für das Tieftreten des Antrumbodens. Diese Bucht ist nur ausnahmsweise mit $8^1/_2$ Jahren vorhanden. Gewöhnlich tritt sie mit 12 Jahren, also mit dem Durchbruch des 2. Molaren auf. Der Boden der Nasenhöhle ist etwa im 12. Jahre erreicht." Schaeffer schreibt: „The relation of the floor of the Sinus maxillaris to the floor of the nose depends largely upon the degree of hollowing out of the processus alveolaris of the maxilla." Torrigiani zeichnet in seiner schematischen Skizze den Boden der Kieferhöhle im 12. Jahre in gleicher Höhe mit dem der Nasenhöhle.

Im folgenden wurden die Beziehungen der Kieferhöhle zur Nasenhöhle nochmals untersucht. Diesen Verhältnissen kommt insofern eine praktische Bedeutung zu, als Punktionen des Antrums von der Nase aus bei Kindern heute viel häufiger gemacht werden, als es früher der Fall war. Es sind dabei aber auch schon Mißgriffe vorgekommen, indem man aus Unkenntnis der anatomischen Verhältnisse beim Einstich unter den Sinusboden in den Knochen gelangte. Es sollen nun folgende zwei Fragen erörtert werden:

1. Wann erreicht der Sinus die Höhe des Nasenbodens?
2. An welcher Stelle reicht der Sinus am weitesten herab?

Über beide Fragen unterrichtet die beiliegende Tabelle 8. In dieser bedeutet: / = gleiche Höhe mit dem Nasenboden. Zahlen, die links von diesem Zeichen stehen, geben die Höhe über dem Nasenboden an, während die rechts davon stehenden anzeigen, um wieviel mm der Sinusboden über das Niveau der Nase herabreicht. mbW bedeutet: mesio-buccale Wurzel, dbW disto-buccale Wurzel, pW palatinale Wurzel, — zwischen 2 Zahlen bedeutet, daß der Sinusboden zwischen diesen beiden Zähnen seine tiefste Stelle erreicht.

Nach dieser Tabelle erreicht der Sinus den Nasenboden zwischen dem 10. und 11. Jahr. Am höchsten steht er über dem Nasenboden in den beiden ersten Lebensjahren. Die durchschnittliche Höhendifferenz beträgt bei beiden Geschlechtern 5 mm. In der Folge wird dieser Abstand geringer, aber zeigt außerordentliche Schwankungen im einzelnen auf. Während das Milchgebiß voll in Funktion ist, steht der Sinusboden durchschnittlich 3 mm über dem Nasenboden. Nur in zwei Einzelfällen, beidemal bei weiblichen Individuen, finden wir den Sinusboden in gleicher Höhe mit dem Nasenboden. Beide Individuen zeichnen sich durch eine besonders große Gesichtsbreite aus. Mit dem Durchbruch der bleibenden Zähne rückt nun der Kieferhöhlenboden immer weiter herab. Aus den beiliegenden

Tabelle 8. Die Beziehungen des Sinus maxillaris zur Nasenhöhle während der Kinderjahre.

weiblich				männlich			
Nr.	Alter J.	Alter M.	Beziehungen zur Nasenhöhle	Nr.	Alter J.	Alter M.
1	—	—	5/ mbW V	6/ IV—V	3	—	—
2	—	6	5/ „ V	4/ mbW V	4	—	6
5	1	—	5/ „ IV	4/ dbW V	7	1	—
6	1	—	6/ „ V	6/ mbW V	8	1	—
9	2	—	6/ „ V	6/ „ V	11	2	—
10	2	—	5/ „ V	4/ pW V	12	2	—
13	3	4	2/ „ V	2/	14	3	7
15	3	6	4/ „ V	4/ mbW 6	16	3	7
17	4	3	3/ „ V	4/ dbW V	20	4	—
18	4	7	/	3,5/ pW V	21	4	9
19	4	11	3/ pW V				
22	5	3	/	/ 6	24	5	1
23	5	6	3/ dbW V	2/ 6	25	5	8
26	6	—	1/ pW V	6/ pW 6	28	6	6
27	6	9	4/ „ 6	3/ mbW 6	29	6	6
30	7	—	1,5/ dbW V	5/ „ 6	34	7	—
31	7	1	4/ pW 6	2/ pW 6	35	7	11
32	7	2	4,5/ „ V	4/ „ 6	36	7	11
33	7	4	4,5/ „ V	3/ „ 6	37	7	11
38	8	4	1/ „ 6	5,5/ „ 6	42	8	2
39	8	6	3/ „ 6	1/ „ V	43	8	4
40	8	7	/	4/ dbW V	44	8	7
41	8	7	4,5/ „ 6	4/ „ V	45	8	8
46	9	4	/3 „ 6	2/ pW V	49	9	7
47	9	7	3/ mbW 6	4/ „ 6	50	9	8
48	9	11		2/ dbW 6	51	9	10
52	10	—	1,5/ pW 6	/	55	10	3
53	10	1	/3 W 5	/	56	10	6
54	10	11	1,5/ pW 6				
57	11	7	/1 „ 6	/	59	11	1
58	11	11	/	6,5/ pW 6	60	11	2
				/	61	11	7
				/	62	11	8
				/1 „ 6	63	11	11
64	12	1	/ 6	/ 6	67	12	2
65	12	7	/4 5—6	1/	68	12	5
66	12	9	/1 pW 6	/6 „ 6	69	12	6
				/	70	12	7
71	13	7	2,5/ W 5		73	13	4
72	13	10	/3 W 4	/6 5—7	74	13	5
				5/ pW 6	75	13	6
				/4 mbW 6	76	13	10
77	14	1	2,5/ pW 5	/ „ 6	80	14	1
78	14	10	/2 „ 6		81	14	5
79	14	11	/ „ 6				
82	15	8	/3 mbW 6	3/ W V	84	15	2
83	15	9	/ pW 6	/ pW 6	85	15	8
86	16	3	/2 „ 6	/ „ 6	88	16	7
87	16	7	/ „ 6	2/ „ 6	89	16	10
90	17	3	/3 „ 6	/3 „ 6	92	17	1
91	17	5	/ „ 6	/3 „ 6	93	17	4
94	18	2	/3	/3 „ 6	96	18	4
95	18	6	/	/ „ 6	97	18	7
98	19	7	/3 mbW 6	/	100	19	4
99	19	8	/5 pW 6	/ „ 6	101	19	6
102	20	8	/4	/7 5—7	104	20	6
103	20	9	/6 5—7	/ pW 6	105	20	8

Schnitten geht dieses Verhalten deutlich hervor. So kommt es, daß die Kieferhöhle dann, wenn die bleibenden Molaren durchgebrochen sind, meistens ihre größte Tiefe erreicht. Aber auch jetzt ist der Stand noch sehr unterschiedlich. Unter 44 Fällen wurde gleiche Höhe mit dem Nasenboden gefunden bei 6 weiblichen und 8 männlichen Individuen. Über dem Nasenboden stand die Kieferhöhle bei 3 weiblichen und 4 männlichen Individuen, und zwar im Durchschnitt 2 mm. Unter dem Nasenboden befand sich die Kieferhöhle bei 13 weiblichen und 10 männlichen Individuen und zwar im Durchschnitt 3,5 mm. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß in den weitaus meisten Fällen nach der Dentition der Sinusboden tiefer als der Nasenboden steht. Die tiefste Stelle des Sinus befindet sich, während das Milchgebiß in Funktion ist, über dem 2. Milchmolaren. Im bleibenden Gebiß dagegen steht der Sinusboden an seiner tiefsten Stelle über dem 1. bleibenden Mahlzahn. Das bedeutet also, daß der Sinusboden an seiner tiefsten Stelle nach rückwärts sich verlagert; denn der 1. Molar kommt ja hinter dem 2. Milchmolaren zu liegen. Dieses Rückwandern fällt mit der Verlagerung der crista zygomatico alveolaris zusammen, über das Opfermann ausführlich berichtet hat und das er auf die Veränderung der Statik des Gesichtsschädels während der Dentition zurückführt.

Die Ursache für das Verhalten der Kieferhöhle in dieser Hinsicht wird noch an anderer Stelle ausführlich behandelt werden. Hier sei nur noch darauf hingewiesen, daß in den Fällen, in denen eine frühzeitige Extraktion im Molarengebiet stattfand, der Sinusboden besonders weit herabreichte.

d) Die Beziehungen des Sinus zum Auge.

Über diese Verhältnisse ist nicht viel zu sagen. Das Dach der Kieferhöhle bildet in allen Lebensaltern einen Teil des Augenbodens, der je nach der Größe und Entwicklung der Kieferhöhle verschieden groß und in seiner Stellung zum Gesamtschädel verschieden orientiert ist. Über die Neigung dieser Seite des Sinus verweise ich auf Obengesagtes.

III. Die Konstruktion des Gesichtsschädels, seine verschiedene Gestalt und sein Entwicklungsgang mit besonderer Berücksichtigung der Kieferhöhle.

a) Bisherige Auffassungen über das Zustandekommen des Sinus maxillaris.

Die Forschung der letzten Jahre spricht der Kieferhöhle jeglichen Selbstzweck ab und bezeichnet sie als eine Knochenaussparung (Görke), die sich aus der Konstruktion des Schädels überhaupt ergibt, also einen durchaus passiven Charakter trägt, und die der Atmung, dem Geruch oder der Stimme im besten Fall erst sekundär dient. Schon Zuckerkandl,

Strasser, Toldt und Schwalbe hatten darauf hingewiesen. Von den neueren Autoren schreibt Haßelwander bei der Besprechung des Wachstums des Gesichtsschädels: „Die Verschiedenheit der funktionellen Verwendung desselben beim Säugling und dem Erwachsenen kommt in dem Auftreten der Zähne, der Ausbildung einer für die Kautätigkeit leistungsfähigen Muskulatur und in Übereinstimmung damit in der bedeutenden Verstärkung der knöchernen Hebel und Streben zum Ausdruck, welche die wirksam werdenden Kräfte aufnehmen und zu übertragen haben. Die dadurch nötige Vermehrung der knöchernen Massen des Gesichts bedingt wieder einen architektonischen Aufbau, bei dem zur Materialeinsparung die großen pneumatisierten Höhlen des Schädels geschaffen werden."

Ähnlich äußern sich Weber und Paulli, die den Zweck der Kieferhöhle in einer Flächenausdehnung der betreffenden Knochen ohne wesentliche Gewichtsvermehrung sehen wollen. Sicher u. Tandler schreiben: „An mechanisch toten Stellen im Knochen, also an jenen Stellen, die mechanisch nicht beansprucht werden, schwindet die Knochensubstanz entsprechend dem Gesetze, die maximale Wirksamkeit bei einem Minimum an Baumaterial zu erreichen, und wird an Röhrenknochen durch das Knochenmark ersetzt. Als einen mechanisch gleichbedingten Vorgang können wir im Gesichtsschädel das Auftreten der pneumatischen Höhlen auffassen; denn hier ist durch die Nachbarschaft des Respirationstraktus die Möglichkeit gegeben, daß sich aus ihm mit Schleimhaut ausgekleidete, lufterfüllte Hohlräume in den Knochen vorstülpen und so die toten Stellen des Knochengerüstes okkupieren."

Auch Grünwald schreibt in ähnlichem Sinne: „Im ganzen stellt sich uns demnach jede Pneumatisierung als Ausdruck partieller oder statischer Indifferenz der von ihr befallenen Knochen dar, sie ist nur Wirkungsergebnis, nicht Zweckvoraussetzung."

Die heute am meisten anerkannte und das Wesen noch am nächsten treffende Erklärung finden wir bei Weidenreich. Er sagt: „Zwei Augentrichter, ein hoher und schmaler Nasentunnel, eine flachgewölbte Zahnplatte sind ganz heterogene Elemente. Diese müssen sich nun mit der eiförmigen Gehirnkapsel zu einem festgefügten architektonischen Ganzen vereinigen. Da die Hirnkapsel und der Nasentunnel mit ihren Verbindungswänden inkongruent sind, entstehen mehr oder weniger große Zwischenräume, die architektonisch als tote Räume oder Winkel zu bezeichnen sind. Das sind aber nichts anderes als die pneumatischen Nebenhöhlen der Nase."

Von den letztgenannten Ansichten läßt sich ganz allgemein sagen, daß sie das Wesentliche über die Bedeutung des Sinus treffen, wenn sie betonen, daß er ein Ergebnis der Schädelarchitektur sei. Aber auf diese architektonisch konstruktiven Aufgaben, wie sie im Gesichtsschädel gelöst

sind, gehen die oben genannten Autoren nicht ein, obwohl doch erst durch die Kenntnis dieser Grundprinzipien das richtige Verständnis für die Morphologie des Sinus eröffnet wird.

Die Konstruktion des Obergesichtsschädels beruht auf dem Prinzip der Kräfteverteilung. Das ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Einmal wird der einzelne Punkt der Tragkonstruktion weniger belastet, braucht daher auch an sich nur eine geringere Stabilität zu besitzen. Dann aber setzt die Verwirklichung dieses Prinzips das Vorhandensein eines gewissen Raumes voraus. Dieser Raum wird allerdings nicht völlig durch den Träger selbst beansprucht. Die Tragkonstruktion benötigt ihn nur innerhalb gewisser Linienzüge — Trajektorien —, zwischen denen nicht beanspruchter Raum übrig bleibt, der anderweitig benutzt werden kann. Es seien zunächst einmal die wesentlichsten Teile der Tragkonstruktion genannt (wir folgen hier den Ausführungen von L o o s): „Die Wurzeln der Mahlzähne, auf die der größte Druck ausgeübt wird, sind durch die Fasern des Periodontiums mit der Alveolarwand verbunden. Findet nun ein Druck auf den Zahn statt, so wird dieser an den Fasern des Periodontiums einen Zug auslösen, der das Bestreben hat, die Alveole in das Innere des Alveolarfortsatzes nach oben zu drücken und seine beiden Platten gegeneinander zu ziehen. Diesem Bestreben setzt die Wurzel ihre eigene Festigkeit entgegen. Die erstere Beanspruchung der Alveole bewirkt ihr Anpressen an die Spongiosabalken, die an die periphere Wand angeheftet sind, gibt also eine Druckbelastung der Alveole auf ihrer konvexen Oberfläche. Nach dem Prinzip von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung übt die Alveole den gleichen Druck auf die Spongiosa aus, den sie von ihr erfährt. Nun liegen die Alveolen im Alveolarfortsatz so, daß seine Wand zur Bildung der Alveolen beiträgt. Es liegen an der fazialen Wand des Alveolarfortsatzes die Wurzeln immer so, daß die Wurzelspitze bzw. die Kuppe der Alveole unmittelbar der Fläche dieser Wand anliegt. Bei den Molaren haben wir bezüglich der beiden fazialen Wurzeln ganz gleiche Verhältnisse. Es überträgt sich der Druck direkt, sowohl auf die faziale als die orale Wand des Alveolarfortsatzes. Die Spongiosa, die zwischen den freien Alveolenwänden und diesen und den Wänden des Alveolarfortsatzes eingelagert ist, überträgt den Druck, den die Alveolenwand erfährt, auf die kompakten Begrenzungswände des Alveolarfortsatzes. Bei den Molaren ist nun infolge des maximalen Kaudruckes und der gleichartigen Belastung der fazialen und oralen Wand des Alveolarfortsatzes ein kräftiges Strebensystem zur Versteifung desselben und zur Auflösung des Druckes in verschiedene Komponenten notwendig."

b) Eigener Befund.

1. Erklärung des Gesichtsschädel-Baues.

aa) Das Prinzip der Schädelkonstruktion.

Wir haben daher hier auch den mächtigsten Fortsatz des Oberkieferbeines, den Jochfortsatz, in den die faziale Wand übergeht. Diese ist durch die crista-zygomatico-alveolaris verdickt, die eine kräftige Tragleiste zwischen dem Alveolarrand und dem Jochfortsatz abgibt. Dieser geht weiter in das Jochbein über, das durch seine Gabelung in den Stirnfortsatz und die Jochbrücke die Übertragung des Druckes auf eine große Fläche der Schädelkapsel ermöglicht.

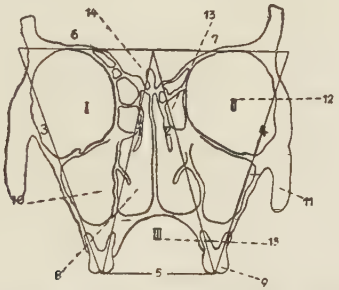
Die orale Wand des Alveolarfortsatzes setzt sich bei den Molaren an die Übergangsstelle der lateralen Nasenwand in den Boden der Nasenhöhle an, also an eine konvexe Wand. Der von der palatinalen Wurzel ausgeübte Druck muß sich daher in zwei Komponenten teilen, deren eine in die Fläche der lateralen Nasenwand fällt, während die andere vom Gaumenfortsatz aufgenommen wird. Die laterale Wand der Nasenhöhle geht durch die mediale Augenhöhlenwand an die Schädelkapsel. Am Gaumenfortsatz werden die von den beiden Kieferhälften herrührenden Komponenten in der sagittalen Gaumennaht aufgehoben und die Reste durch die Nasenscheidewand ebenfalls auf die Schädelkapsel übertragen. Ein dritter Teil der Belastung, der von den Alveolen aus sich fortpflanzen muß, wird durch die Spongiosa aufgenommen und durch ihre zahlreichen Verzweigungen auf die beiden Platten des Alveolarfortsatzes übertragen, teils auch auf die Bodenlamelle des Antrums, also wieder auf eine konvexe Knochenwand. Die Bodenlamelle des Antrums selbst überträgt wieder den Druck nach fazial auf den Jochfortsatz, mit dessen kompakter Wand sie sich vereinigt, oral auf die laterale Nasenwand, medial auf den Stirnfortsatz, distal auf die flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins. Eine Verbindung all dieser belastenden Antrumswände und damit auch eine Versteifung des ganzen Strebengerüstes wird hergestellt durch das Dach des Antrums, das ist der Boden der Augenhöhle.

Wir sehen also, daß bei sämtlichen Zähnen der auf die Kauflächen ausgeübte Druck sich in mannigfacher Weise auf die Schädelkapsel überträgt. Die gedrückte Fläche wird dabei immer größer und größer, also ihre Beanspruchung auf Festigkeit immer kleiner.

bb) Seine Verwirklichung.

Wenn wir in einen Frontalschnitt die Grundzüge dieser Konstruktion etwa in der Höhe des Sechsjahrmolaren einzeichnen, so erhalten wir die Form eines „W". Dieses „W" stellt aber nichts anderes als drei ineinander geschaltete Kräftedreiecke dar (Abb. 22), die aus sieben Stäben zu-

sammengesetzt sind. (Der Ausdruck „Stäbe" ist der Graphostatik entnommen.) Die Stäbe 3 und 4 begrenzen das Gesicht seitlich. Sie sind durch die crista-zygomatico-alveolaris, durch die Kompakta des Jochbeins und durch den die mächtige Begrenzung des seitlichen Augenrandes darstellenden Knochenwulst fixiert. Die Stäbe 1 und 2 werden durch die die seitliche Begrenzung der Nase und die mediale Begrenzung des Auges bildenden Knochenpartien geliefert. Stab 5 ist nichts anderes als der Gaumen. Stab 6 und 7 stellen den Boden der vorderen Schädelgrube dar. Die auf diese Weise zustandekommenden Kräftedreiecke I, II und III lassen sich nach den Methoden der graphischen Statik berechnen. Diese Tatsache können wir als einen Beweis dafür ansehen, daß dem Bau des



1–7 = Stäbe; 8 = Nasenhöhle; Molaris 1—9; 10 = Sinus maxillaris; 11 = Jochbogen; 12 = Orbita; 13 = Siebbeinzellen; 14 = vordere Schädelgrube; 15 = Mundhöhle.

Abb. 22. Normaler Schädel.

Schädels eine architektonische bzw. funktionelle Struktur zugrunde liegt. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß hier nur das Wesentliche über die Konstruktion gesagt sein soll. Sie in ihren Einzelheiten noch weiter zu verfolgen, lag zunächst nicht in meiner Absicht, da unter einer zu weit gehenden Beschreibung die Übersicht leiden würde.

Die Methode dieser graphischen Berechnung verdanken wir dem italienischen Mathematiker Cremano.

Zur Aufnahme der Kräfteübertragung von Zahn auf Kiefer, Gaumenwölbung und die darüber gelegenen Knochenteile muß man sich über zwei Fragen Antwort geben, nämlich:

a) Welche Kräfte sind in dem Knochengerüste tätig?
b) Wie groß müssen die Abmessungen aller Teile hinsichtlich ihrer Stärke sein, um den in ihnen wirkenden Kräften beim Kauen einen genügenden Widerstand gegen Zerstörung zu bieten?

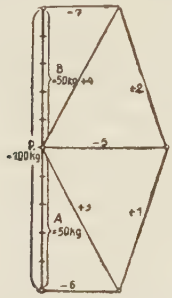
Die erste Frage zu lösen ist Aufgabe der Statik (hier: Graphostatik), die zweite Frage hat die Festigkeitslehre zu beantworten. Sie ist Gegenstand besonderer Berechnung, die hier nicht untersucht werden soll.

cc) Seine Berechnung.

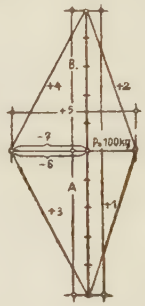
Erklärung zur graphisch-statischen Berechnung
(siehe Abb. 23).

Die Last P (hier 100 kg Druck auf Zahn angenommen) zerlegt sich in die Stabdrücke 1 und 2, welche mit P am Knoten K im Gleichgewicht sind und folglich im Krafteck P/1/2 einerlei Drehsinn haben müssen, P zeigt nach unten, folglich die Stabkraft 1 nach rechts oben, Kraft 2 nach links oben. Zeichnet man dies durch Pfeile am Knotenpunkt K an, so sind

Kräfteverteilung: **Stab 1 u. 2 = 53 kg Druck** **Stab 6 und 7 = 28 kg Druck**
Stab 3 u. 4 = 57 kg Zug **Stab 5 = 44 kg Zue**



Cremona bei Knotenpunkt A der Hauptfigur beginnend: Zug A/3/6, 3/1/5, 1/2/7/P/6, 5/2/4 und 4/7. Knofenpunkt A = B



Cremona bei Knotenpunkt K der Hauptfigur beginnend: siehe Erklärung!

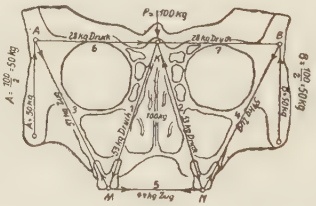


Abb. 23.

1 und 2 Druckkräfte, weil sie gegen den betrachteten Knotenpunkt drücken. Im Krafteck darf man keine Pfeilspitzen einzeichnen, weil diese beim nächsten Knotenpunkt sich jedesmal umkehren. Deshalb bezeichnet man Druckkräfte, welche gegen den Knoten drücken, mit einem Minuszeichen, dagegen Zugkräfte, welche von dem betrachteten Knoten den Stab wegziehen oder abreißen möchten, mit plus. Nachdem der Knotenpunkt K bestimmt ist, gehen wir zum nächsten Knotenpunkt M über. Hier müssen die Stabkräfte 1, 3 und 5 sich das Gleichgewicht halten. Wir zerlegen im Kräfteplan die schon bekannte Stabkraft — 1 in die Richtungen 3 und 5 und beschreiben

in dem neugebildeten Dreieck 1/3/5 einen geschlossenen Kräftezug. Stab 1 hat Druck und muß folglich gegen den Knoten M drücken, also mit dem Pfeil nach diesem hinzeigen. Umfährt man im selben Sinne das Dreieck, so bekommt Stab 3 eine vom Knoten M wegziehende Zugkraft und Stab 5 ebenfalls Zugkraft, demgemäß merken wir die Pfeile bei M an und bezeichnen im Krafteck 3 mit + und 5 mit —. Daß die Linie 5 durch die Senkrechte P (Cremona rechts) hindurchgeht, darf uns nicht stören; es kommt bei Kräfteplänen sehr häufig vor, daß die Kraftlinien sich überschneiden oder verdecken.

Wir kommen nun zum Knotenpunkt N, woselbst Kraft — 2 und + 5 schon bekannt sind und nur noch Stab 4 zu bestimmen ist. Im Kräfteplan haben wir 2 und 6 schon gezeichnet, brauchen also 4 nur als Verbindung zwischen 2 und 6 parallel der Stabrichtung einzuziehen und erhalten das Dreieck — 2, + 5, + 4. Nunmehr gelangen wir zum Punkt A. Hier muß eine Kraft A = P/2 mit den beiden Stabkräften + 3 und 6 im Gleichgewicht stehen, also ein geschlossenes Krafteck bilden. Im Kräfteplan haben wir + 3 schon gezeichnet, die Pfeilrichtung zeigt nach rechts unten, hieran schließen wir A = P/2 mit Pfeilrichtung nach oben, wobei wir bis zur Linie 5 gelangen. Nun muß Stab 6 mit Pfeilrichtung nach links sich anschließen und am Ende von 3 wieder anknüpfen. Wir erhalten also — 6 als Parallele der Linie 5. Nun wiederholt sich dasselbe Spiel bei Punkt B. Stabkraft + 4 zieht nach links unten, die nach oben zeigende Kraft B schließt sich als $\frac{1}{2}$ P hinten an und die Linie 6 ist auch die Schlußlinie für Krafteck + 3 B und — 7.

Damit sind sämtliche äußeren und inneren Kräfte gegeben, und zwar durch einen Kräfteplan, in welchem jede Kraft nur einmal gezeichnet werden mußte, also ein „Cremona". Damit man es immer so trifft, daß jede Stabkraft nur einmal vorkommt, muß man beim Konstruieren des Kräfteplanes folgende Regel beachten: „Wenn drei Kräfte im Fachwerk ein Dreieck bilden, so müssen die zugehörigen Strahlen im Kräfteplan durch einen Punkt gehen."

Die längs an den Stäben (Kraftdreiecken) liegenden Knochenteile werden also nach den eingeschriebenen Kräften in kg auf Druck oder Zug beansprucht.

Der Raum, der funktionell unbeansprucht zwischen den einzelnen auf Zug und Druck belasteten Streben ruht, ist nun folgendermaßen ausgenützt: In die beiden nach oben offenen Winkel des „W" kommen die Augäpfel zu liegen. Die Augenhöhle muß also ihre Form von kranial nach kaudal verengern, da ja die beiden Stäbe 1 und 3 bzw. 2 und 4 nach unten zusammenstreben. Der mittlere nach unten offene Winkel, also das Kräftedreieck III, ist in zwei Stockwerke geteilt. Das obere nimmt die Nasenhöhle ein, deren Form sich umgekehrt wie bei der Orbita nach unten erweitern muß. Das untere Stockwerk wird durch die Mundhöhle gebildet, die durch den nach oben sich verengenden Gaumen von der Nasenhöhle getrennt wird. Während nun Kräftedeieck III vollständig in Anspruch genommen ist, bleibt unter der Orbita, die schematisiert ungefähr die Gestalt eines Kreises hat, ein funktionell überhaupt nicht beanspruchter

Raum übrig. Dieser stellt nichts anderes als die Kieferhöhle dar. Somit hat der Sinus in der Konstruktion die Gestalt eines Dreiecks, dessen Spitze nach dem Alveolarfortsatz zeigt. Während seine obere Seite den Boden der Augenhöhle darstellt und seine nach innen gewandte Seite mit der seitlichen Begrenzung der Nase zusammenfällt, ist seine dritte Seite mit der crista-zygomatico-alveolaris identisch.

2. Die Bedeutung des Öffnungswinkels der Zahnwurzeln

aa) für das Zustandekommen des Breit- und Schmalgesichts.

Für die Gesamtgestaltung und die Form des Gesichtsschädels wie der Kieferhöhle bleibt aber zunächst maßgebend, wie weit sich die Zahnwurzeln öffnen bzw. wie groß ihr Öffnungswinkel ist. Die auseinandergespreizten Zahnwurzeln sind ja der konkreteste Ausdruck dafür, daß eine Kräfteverteilung stattfinden soll. Dieser Öffnungswinkel der Zahnwurzeln ist aber individuell, innerhalb der einzelnen Rassen und während der Entwicklung zwischen Milch- und bleibenden Zähnen äußerst verschieden. Leider fand dieser Umstand in der Literatur bisher keine eingehende Würdigung. Man nahm eben diese Verhältnisse als schlechthin gegeben an und ging bei der Betrachtung des Schädels ohne weiteres über sie hinweg.

Wir können aber mit der Annahme eines verschieden großen Öffnungswinkels mühelos das Zustandekommen der verschiedenen Gesichtsformen erklären. Die Abbildung 24 zeigt uns, wie das Schmal- und Breitgesicht entsteht und wie sich die Proportionen der einzelnen Gesichtspartien durch die verschiedenen Öffnungswinkel ändern. Dabei muß ich aber vorausschicken, daß zunächst die Größe des Auges bei den folgenden Betrachtungen für alle Fälle als gleich gedacht ist.

Die Gestalt des Gesichtes kommt dann folgendermaßen zustande (Abb. 24): Bei verschieden weiten Öffnungswinkeln wird die Orbita verschieden hoch zu liegen kommen. Diesem Umstand möchte ich für die Höhenentwicklung des Gesichtes die Hauptbedeutung beimessen; denn der Öffnungswinkel ist nur so weit verbraucht, als ihn die Orbita infolge ihrer Eigengröße in Anspruch nimmt, d. h. wenn wir über den beiden Augen eine Tangente ziehen parallel zur Kauebene — Linie 6 und 7 —, so wird sie bei verschieden weiten Öffnungswinkeln mehr oder weniger weit von der Kauebene entfernt sein. Je kleiner also der Öffnungswinkel, desto größer die Gesichtshöhe.

Aber auch für die Breite des Gesichtes ist der Öffnungswinkel bestimmend. Die Gesichtsbreite setzt sich nämlich schlechthin aus der Summe der Strecken zusammen, die in den jeweiligen Schnittpunkten der Tangente mit den Winkelschenkeln 3, 1, 2 und 4 begrenzt sind, also aus der Summe der Strecken 6 und 7 zusammen. Die Summe dieser Strecken ist bei

Breitgesichtern natürlich dann größer. Je größer der Öffnungswinkel, desto breiter das Gesicht.

So sehen wir, daß mit einem kleinen Öffnungswinkel im Falle I ein schmales und hohes Gesicht entsteht, im Falle III, wo der Öffnungswinkel wesentlich größer ist, haben wir ein breites und niederes Gesicht. Während die Strecken I, II und III, welche die Gesichtsbreite angeben, vom Schmalgesicht über das Normal- zum Breitgesicht zunehmen, nimmt die Obergesichtshöhe in gleicher Weise ab. An dieser Veränderung des Gesichtsmaßes nehmen aber die einzelnen Strecken nicht in gleicher Weise

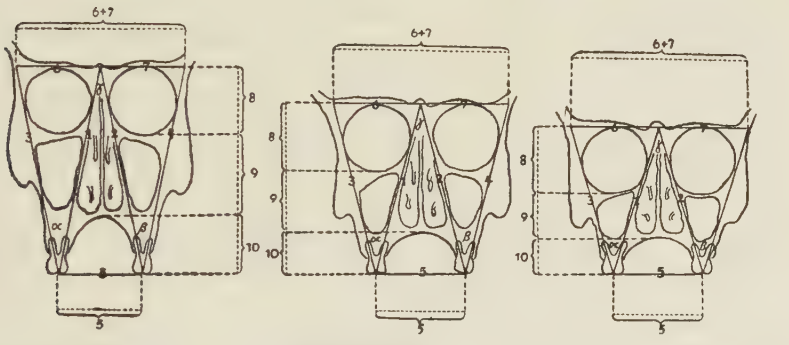


Abb. 24.

teil. So bleibt die Strecke 8, die wir als die Augenpartie des Gesichtsschädels bezeichnen wollen, für alle Fälle gleich groß. Verändert wird nur der Kieferteil des Gesichtsschädels, was die Strecken 9 und 10 deutlich zeigen. Die Breitenmaße des Gesichts verändern sich in bezug auf ihre absolute Größe dagegen weniger. Das besagt aber nichts anderes, als daß die verschiedenen Öffnungswinkel sich vor allem an den Höhenmaßen des Gesichts auswirken.

Aber auch die einzelnen Teile des Gesichts fügen sich organisch in diesen Zusammenhang ein. Wir haben im vorhergehenden Teil ausdrück-

lich betont, daß wir die Orbita zunächst in der Größe als konstant ansehen wollen. In Wirklichkeit ist sie das nicht; denn wir finden bei Breitgesichtern ein breiteres Auge als bei Schmalgesichtern. Aber diese verschiedene Größe der Orbita ist absolut gemessen in ihrer Differenz nicht so ausschlaggebend, als daß sie sich beim Bau des Gesichtes primär auswirken müßte. Das Auge ordnet sich vielmehr in die Konstruktion des Gesichtsschädels ein, d. h. wenn wir einen kleinen Öffnungswinkel haben, wird die Orbita höher und schmäler, wenn der Öffnungswinkel aber groß ist, wird das Auge niedriger, dafür aber breiter sein.

Noch einfacher liegen die Verhältnisse bei der Nasenhöhle. Sie ordnet sich ohne weiteres in den Bauplan entsprechend den verschiedenen Öffnungswinkeln ein. Ein geometrischer Lehrsatz lautet: Werden zwei Parallele von einer Geraden geschnitten, so sind die Wechselwinkel (Z-Winkel) einander gleich. Demnach ist in unserem Falle der Winkel γ, mit anderen Worten die Strecke 5, bei Breitgesichtern größer als bei Schmalgesichtern. Da aber diese Strecke maßgebend für die Breite der Nasenhöhle ist, werden wir bei Breitgesichtern eine breite und bei Schmalgesichtern eine schmale Nasenhöhle finden. Umgekehrt ist die Höhe der Nasenhöhle bei Breitgesichtern geringer als bei Schmalgesichtern. Alle Proportions- und Größenänderungen machen sich wie beim Gesamtschädel wiederum nur im Kieferabschnitt bemerkbar.

Bei Betrachtung der Mundhöhle gilt es in erster Linie die Form des Gaumens klarzulegen. Die Breite des Gaumens ist in der Strecke 5 gegeben, über die wir schon gesprochen haben. Es fragt sich nun, wodurch die Höhe des Gaumens bestimmt wird.

Sie läßt sich aus dem Winkel erklären, dessen einer Schenkel durch die palatinale Zahnwurzel und dessen anderer Schenkel durch die die beiden Punkte A und B verbindende Gerade gegeben ist (vgl. Abb. 25). Dieser Winkel ist bei Schmalgesichtern größer als bei Breitgesichtern. Da nun der Gaumen eine die Stabilität des Schädels erhöhende brückenartige Querverbindung darstellt, muß, wenn die palatinale Wurzel steil ansteigt, dieser Brückenbogen ihr zunächst folgen. Ein scharfes Abknicken dieses Linienzuges findet natürlich nirgends statt, sondern er schlägt in einem harmonischen Bogen auf die andere Seite über, mit anderen Worten, bei Schmalgesichtern werden die Schnittpunkte dieser beiden nach oben strebenden Träger weiter von der Kauebene entfernt sein als bei Breitgesichtern. Somit können wir nicht, wie es sich in letzter Zeit immer mehr eingebürgert hat, den schmalen und hohen Gaumen als pathologisch, meist auf rachitischer Basis entstanden, bezeichnen. Der hohe Gaumen ist in den meisten Fällen eine Teilerscheinung der Leptoprosopie überhaupt. Ohne genaue Kenntnis des gesamten Schädelbaues kann somit die Diagnose „hoher rachitischer Gaumen" nicht gestellt werden.

Da die Kieferhöhle in dem Abschnitt des Gesichtsschädels gelegen

ist, der durch die Verschiedenheit der Öffnungswinkel den stärksten Veränderungen ausgesetzt ist, machen sich diese an ihr besonders bemerkbar. Somit ändert sich die Höhe des Sinus im einzelnen ganz erheblich. Auch die Breite nimmt an diesen Änderungen teil, nur sind hier wie beim gesamten Gesichtsschädel die absoluten Größenunterschiede nicht so bedeutend. In diesem Zusammenhang findet auch das Verhältnis der Kieferhöhle zu ihrer Umgebung Erklärung.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß in einem Gesichtsskelett mit hohem Gaumen der Kieferhöhlenboden meist über dem Gaumen, also auch über der Nase und weiter von den Zahnwurzeln entfernt steht als in Fällen, bei denen ein flacher Gaumen vorhanden ist. Der Sinusboden reicht bei Breitgesichtern fast immer weiter herab und gewinnt nähere

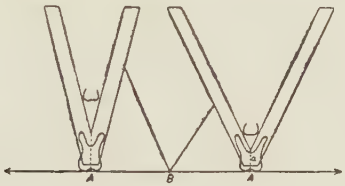


Abb. 25.

Beziehung mit den Zähnen und dem Gaumen. Wie ist nun dieser Befund zu erklären? Stellen wir uns vor (s. Abb. 25), von jeder Wurzel geht ein gleich breites Knochenband entsprechend den Schenkeln der „W"-Konstruktion als Träger nach oben. Ist nun der Öffnungswinkel der Wurzeln klein, so werden sich diese beiden Bänder verhältnismäßig spät voneinander trennen. Im umgekehrten Fall, bei weitem Öffnungswinkel, werden sie eher auseinanderstreben und getrennt verlaufen. Das besagt aber nichts anderes, als daß bei Breitgesichtern der Boden der Kieferhöhle der Kauebene näher liegen muß als bei Schmalgesichtern. Aber wir können sogar mit dieser Auslegung unmittelbar Schlüsse auf die Form des Sinusbodens (Alveolarbucht) ziehen. Sie wird bei Breitgesichtern geräumig und flach sein, bei Schmalgesichtern eng und stark gewölbt.

bb) Für die Umgestaltung des Gesichtsschädels nach der Geburt.

Aber auch der Gang der gesamten postembryonalen Entwicklung des Gesichtsschädels sowie die dabei stattfindenden Umproportionierungen lassen sich durch die Kenntnis des hier ermittelten Konstruktionsprinzips verstehen. Wir haben gesehen, daß die Entwicklung des Gesichtsschädels vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen darauf hinausgeht, den breiten, niedrigen und verhältnismäßig langen Gesichtsschädel des Neugeborenen in den höheren, schmäleren und kürzeren des Erwachsenen umzugestalten,

anders ausgedrückt, das Breitgesicht soll in ein Schmalgesicht umgewandelt werden. Wollen wir aber die jeweilige Schädelform als das Ergebnis der Zahnform bzw. des Öffnungswinkels der Zahnwurzeln betrachten, so müßten sich die Milchzähne dadurch auszeichnen, daß sich ihre Wurzeln besonders weit auseinanderspreizen. Dies ist auch in ausgesprochenem Maße der Fall. Dieser weite Öffnungswinkel der Zahnwurzeln der Milchmolaren ist deshalb notwendig, weil die unmittelbar sich über ihn entwickelnden Keime der bleibenden Zähne (s. Abb. 4) in einem funktionell unbeanspruchten Raum ihre Entwicklung vollziehen müssen. Würden die Milchmolarenwurzeln einen engeren Öffnungswinkel aufweisen, so müßten die Keime der bleibenden Zähne wesentlich höher im Kiefer liegen, hätten somit also auch bei ihrem Durchbruch eine wesentlich größere Strecke zu durchwandern. Wir sehen also daraus, daß der breite Öffnungswinkel der Zahnwurzeln der Milchzähne durch die Lage der bleibenden Zähne bedingt ist.

Grundsätzlich muß sich also der Entwicklungsgang vor allem in den Teilen auswirken, die auch, wie bereits geschrieben, die größten Unterschiede zwischen Breit- und Schmalgesicht aufweisen, somit also im Kieferteil. Jetzt verstehen wir auch, warum die Nase in ihrem Kieferabschnitt während der Entwicklung wesentlich stärker wächst als in dem Siebbeinabschnitt, worauf schon D i s s e ausdrücklich hingewiesen hat.

Aber auch das Verhalten der Orbita während der Entwicklung wird uns jetzt klar. Auf Grund des weiten Öffnungswinkels der Zahnwurzeln muß die Orbita des Kindes der Kauebene näher liegen als beim Erwachsenen. Somit können wir uns auch den Befund Z u c k e r k a n d l s erklären, daß beim Neugeborenen das Foramen infraorbitale in gleicher Höhe mit dem unteren Nasenboden gelegen ist und erst im Laufe der Entwicklung mehr und mehr nach oben rückt, so daß nach Abschluß derselben es ungefähr in gleicher Höhe wie die Mitte der Apertura piriformis gelegen ist.

Das Verhalten der Kieferhöhle wird uns jetzt ebenfalls verständlich. Sie wird von den Entwicklungsvorgängen des Gesichtsskeletts am meisten betroffen. Während ihre Breite im wesentlichen mit dem Breitenwachstum des Gesamtgesichts konform verläuft, hängt das Wachstum der Höhe des Sinus vor allem vom Herabsteigen der Zahnkeime ab. Die Gesamthöhe des Sinus aber ist ein Resultat des Öffnungswinkels der Zahnwurzeln und nicht ein Ausdruck dafür, wie weit etwa die Zähne nach unten abgerückt sind. Die Länge des Sinus entwickelt sich mit dem Durchbruch der bleibenden Molaren.

3. E i n w ä n d e u n d i h r e W i d e r l e g u n g.

Den vorliegenden Ausführungen könnte man verschiedene Einwände entgegenhalten. Einmal, hier wäre dem Kauapparat bei der funktionellen Gestaltung des Gesichtsschädels ein zu großer Anteil zugemessen und der Umstand nicht genügend berücksichtigt, daß doch auch das Vorderhirn

einen wesentlichen Anteil zur Bildung des Gesichtes beiträgt. Dem läßt sich aber entgegenhalten, daß die wesentliche funktionelle Gestaltung des Gesichtsschädels sich doch erst mit der zweiten Dentition vollzieht, also zu einer Zeit, in der das Gehirn sich seinem Volumen nach schon weitgehendst ausgebildet hat. Gewiß gibt der Gehirnschädel einen wesentlichen Anteil zur Konfiguration des Gesichtes ab, er stellt bis zu einem gewissen Grad eine Voraussetzung für die Zweckmäßigkeit dieser Konstruktion dar, aber grundsätzlich braucht er deswegen noch nicht einen Hauptteil zur funktionellen Gestaltung des Gesichtes beizutragen. Daß dies der Fall ist, beweist der von Molliison beschriebene Befund „Messek". Hier ist es bei einem männlichen Individuum zu einer mangelhaften Ausbildung des Vorderhirns, zu einer Mikroenzephalie, gekommen. Trotzdem ist der Gesichtsschädel durchaus normal gestaltet. Wenn Bluntschli behauptet, so ganz normal sei der Gesichtsschädel nicht, die Stirnhöhle sei nämlich abnorm groß, so kann man dem entgegenhalten, die Stirnhöhle verdankt ihre Gestalt nicht ausschließlich den funktionellen Kräften des Gesichtsschädels und stellt in diesem Falle gewissermaßen den Übergangsort vom normalen zum abnormen dar.

Ein anderer Einwand wäre der, die dargestellte Konstruktion trifft doch nur für einen Schnitt zu, der in der Höhe des Sechsjahrmolaren frontal den Schädel durchschneidet. Gewiß stimmt dies. Aber es ist eben gerade jene Stelle, an der diese Konstruktion am zweckmäßigsten und notwendigsten ist; denn hier werden die größten Kräfte ausgelöst. Der mächtigste Zahn ist hier entwickelt, dessen Kronenfläche unter allen Zähnen des Gebisses die weiteste ist. Aber wenn wir die Zahnreihe genauer betrachten, insbesondere die Verlaufsrichtung der Alveolenkämme im Prämolaren- und Molarengebiet, so werden wir erkennen können, daß die Wurzeln dieser Zähne alle nach dieser Stelle hin, in der wir unseren Hauptschnitt gezeichnet haben, geneigt sind. Auf diese Art und Weise kommt es ja zur Bildung der Speeschen Kurve der Kauflächen der Zähne. Andererseits sehen wir auch wieder, daß je weiter sich die Zähne von diesem günstigsten Punkt entfernen, desto kleiner ihre Kaufläche wird und auch sie selbst umso schwächer gestaltet sind.

Der wesentlichste Einwand aber, den man bringen könnte, wäre folgender: Das Breit- bzw. das Schmalgesicht ist doch keine Folge des Zahnöffnungswinkels, sondern gerade das Gegenteil wäre der Fall. Der breite bzw. der schmale Bau des Gesichtes hat zur Folge, daß auch die Zahnwurzeln mehr oder weniger weit auseinanderstehen. Dieser Einwand ist aber völlig falsch. Wir haben oben bewiesen, daß die Struktur des Gesichtsschädels eine funktionelle Struktur ist. Zu einer funktionellen Struktur kommt es aber erst unter der Funktion, also dann, wenn der Zahn in Tätigkeit ist. Da aber die auseinandergespreizten Zahnwurzeln der konkreteste Ausdruck und Inhalt der für die Konstruktion des Gesichts-

schädels maßgebenden Grundsätze sind und dieser Öffnungswinkel schon zu einer Zeit fertiggestellt ist, in der von einer Funktion der Zähne noch keine Rede ist, so ist auch die Gestalt des Gesichtsschädels schon weitgehendst vorausbestimmt und von einer erbmäßig festgelegten Zahnform abhängig.

Die vorliegende Arbeit erhebt keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit. Ich bin mir dessen bewußt, daß manche Gesichtspunkte, wie z. B. die der Kiefermuskulatur, für die Bildung des Gesichtsschädels außer acht gelassen sind. Dies war zunächst notwendig, um überhaupt einmal auf irgendeiner Seite an das Problem heranzugehen. Bei einer Schilderung aller Einzelheiten und bei der großen Schwierigkeit der hier zur Erörterung stehenden Dinge würde bald jede Übersicht verlorengehen. An und für sich aber ändern alle diese doch offenen Fragen am Prinzip, auf das es mir hier ankam, nichts und bilden nur da und dort zweckmäßige Ergänzungen. Die vorliegende Arbeit ist auf Grund von Messungen entstanden, die an 200 Schädeln von Neugeborenen und Jugendlichen bis zum 20. Lebensjahr röntgenologisch vorgenommen wurden. Dabei wurden auf stereoskopischem Wege nahezu 10 000 Maße der verschiedenen Gesichts- und Schädelbezirke gewonnen und über 500 Schnitte durch den Gesichtsschädel in den jeweiligen Altersstufen angefertigt. Die genaueren Angaben und umfangreichen Feststellungen, die sich dabei über die gesamte Entwicklung des Gesichtsschädels nach der Geburt ergaben, werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Bei der Beurteilung der Gesichtsschädelentwicklung konnte festgestellt werden, daß bisher genaue Angaben über die Entwicklung des Schädels nach der Geburt nur in ganz verschwindend geringer Zahl — man möchte sagen fast nur in Andeutungen — vorhanden sind. Es wäre dringend notwendig, daß man sich, bevor man über Abweichung und pathologisches Geschehen in der Gesichtsschädelentwicklung eine nahezu unübersehbare Literatur schafft, erst einmal über das Normale klar wird. Sollte meine Arbeit nutzbringende Anregungen dazu geben, dann hätte sie ihren Zweck erfüllt.

Literaturverzeichnis.

Adams E.: Über postembryonale Wachstumsänderungen und Rassenmerkmale im Bereich des menschlichen Gesichtsschädels. Z. Morph. u. Anthrop. **20.** 1917.

— Über Geschlechtsunterschiede im Bereiche des menschlichen Gesichtsschädels. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. Jahrg. **35.** H. 6.

Alkan L.: Gewisse Formen des harten Gaumens und ihre Entstehung. Arch. Laryng. Rhinol. Bd. **10.** S. 441. 1900.

v. Bardeleben: Handbuch der Anatomie des Menschen. **1.** Bd. Skelettlehre. Jena, Verlag v. Gustav Fischer 1896—1909.

Bell Th.: Anatomy, Ohys. and diseases of the teeth. 1835.

Benninghoff A.: Spaltlinien am Knochen, eine Methode zur Ermittlung der Architektur platter Knochen. Verh. d. Anat. Ges. **34.** Vers. 1925.

Bloch E.: Der hohe Gaumen. Zschr. Ohrenheilk. Bd. **44.** S. 1. 1903.

Bluntschli H.: Die menschlichen Kieferwerkzeuge in verschiedenen Alterszuständen. Verh. d. Anat. Ges. auf d. **35.** Vers. Freiburg i. Br. v. 14.—17. 4. 1926. Verl. v. G. Fischer, Jena 1926.

— Rückwirkungen des Kieferapparates auf den Gesamtschädel. Zschr. f. zahnärztl. Orth. H. 3. 1926.

— Von den Kräften, welche die Kiefer bewegen und gestalten. Paradentium 1929.

v. Bonnsdorff: Per. Untersuchungen über Maßverhältnisse des Oberkiefers mit spezieller Berücksichtigung der Lagebeziehungen zwischen den Zahnwurzeln und der Kieferhöhle. Helsingfors 1925.

Brasch James C.: Das Wachstum des Alveolarknochens und seine Beziehungen zu den Bewegungen der Zähne einschl. Durchbruch. Dental Recc. 1928.

Broekmann R. W.: Der Zusammenhang zwischen Schädel- und Gebißentwicklung. Zahnärztl. Rundsch. **38,** 589—591. 1929.

Bromann J.: Normale und abnormale Entwicklung des Menschen. Wiesbaden 1911.

Bustin E. und M. Leist: Röntgenbilder des kindlichen Gebisses. Z. Stomatol. **27,** 321—333. 1929.

Cieszynski A.: A new metod of stereoroentgenographie of stematologecae roentgenographie. Med. journ. and record 123 (1926).

Cohn & Barth: Lehrbuch der Röntgenstereoskopie. Gg. Thieme Verl., Leipzig 1931.

Colditz H. D.: Über die Entwicklung der Nasenhöhle und deren Nebenhöhlen bei einigen Haussäugetieren. Zürich 1903.

Dalla Rosa L., Das postembryonale Wachstum der menschlichen Schläfenmuskulatur und die mit demselben zusammenhängenden Veränderungen des knöchernen Schädels. Stuttgart 1886.

Danziger F.: Die Mißbildung des Gaumens und ihr Zusammenhang mit Nase, Auge und Ohr. Wiesbaden 1901.

Davis W. B.: Paranasal sinusitis in children. Atlantic med. I. **28.** Zbl. Ohrenhlk. **8.** (1926.) 1925.

Delabarre: Seconde dentition. 1819.

Dursy F.: Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbeltiere. Tübingen 1869.

v. Ebbenhorst, Tengbergen L. E. W., v. Albada: Die Röntgenstereoskopie. Ihr Wert und ihre Verwertung. Berlin 1931. Verlag von J. Springer.

Ebner v. N.: Entwicklung des Zahnkeimes. J. Scheff, Handb. d. Zahnhlk. Bd. 1. 1909.

Eller Hedwig: Der Sinus maxillaris und seine Nachbarorgane bei verschiedenen Affen und beim Hunde. Zschr. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte **97.** 725—756. 1932.

Engel: Der Einfluß der Zahnbildung auf das Kiefergerüst. Zschr. der k. k. Ges. d. Ärzte zu Wien. 1849.

Fischer H.: Beziehungen der inneren Sekretion zur Genese einiger im Röntgenbilde praktisch wichtiger Skelettvarietäten. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. **29.** S. 51. 1922.

Flörke G.: Der Einfluß der Kiefer und Zähne auf den menschlichen Gesichtsausdruck. Jena. Med.-Diss. Erlangen 1899.

Friedemann M.: Über den Bau des Gesichtsskeletts in seiner Beziehung zur Prognathie. Med.-Diss. Göttingen. 1905.

Gàmàn: Beiträge zur Frage der Kieferknochenstruktur. Zeitschr. für Stornat. 1929.

Gegenbaur C.: Anatomie des Menschen. 7. Aufl. 1. Bd. Leipzig 1899.

Glas Emil: Über die Entwicklung und Morphologie der inneren Nase der Ratte. Anat. Hefte Bd. XXV. 1904.

Gondobin-Petersburg: Die Besonderheiten des Kindesalters. Wschr. f. Soziale Hygiene und Medizin Nr. 38. Berlin 23. 9. 1909. Med. Reform Jahrg. **17.**

Gording Reidar: Die Entwicklung der Nasennebenhöhlen während der ersten Kinderjahre. Berlin 1923.

Gralka R.: Röntgendiagnostik im Kindesalter. Berlin 1921.

Grashey R.: Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen. 1. Aufl. I. F. Lehmann. München 1928.

Grünwald L.: Mundhöhle, Rachen und Nase. Bd. IV, Teil I. München. Verl. I. F. Lehmann. 1912.

— Deskriptive und topographische Anatomie der Nase. Handb. d. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilkunde **1.** Jul. Springer. Berlin 1925.

Hajek M.: Pathologie und Therapie der entzündl. Erkrankungen der Nebenhöhlen der Nase. 1909.

Haike: Röntgenuntersuchungen der Nasennebenhöhlen der Kinder. Frankes Arch. f. Laryngolog. **23.** 1910.

Harris Ch.: The principles and practice of dental surgery. 1858.

Haßelwander Alb.: Bewegungssystem. Handb. d. Anat. d. Kindes. 2. Bd. Jul. Springer. Berlin 1931.

— Die Bedeutung des Röntgenbildes in der Anatomie. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. **23.** S. 535. 1921.

— Die Röntgenstrahlen in der Anatomie. Lehrb. von Rieder-Rosenthal. Bd. 2. 1918.

Haßelwander Alb.: Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts. Zschr. f. Morphologie u. Anthropologie. Bd. **5.** 1903.

— Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts. Abschluß der Verknöcherungsvorgänge. Zschr. f. Morphol. u. Anth. Bd. **12.** 1910.

Henkel O.: Graphische Statik. Sammlung Göschen.

Heymann-Berlin: Handb. d. Laryngol. u. Rhinol. III. Bd. Die Nase. Wien 1900. Alfr. Hölder.

Holl M.: Über Gesichtsbildung. Mitt. Anthrop.-Ges. Wien. Bd. **28.** S. 57. 1898.

Keibel u. Mall: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910.

Keith A.: The relationship of the eruption of the permanent molar teeth to the expansion of the maxillary sinus. Brit. J. Med. Soc. 45, 529—544 (1902).

Köhnle-Teschendorf: Das Röntgenraumbild. Urban u. Schwarzenberg. Berlin—Wien 1933.

Körner O.: Lehrbuch der Ohren-, Nasen- und Kehlkopfkrankheiten. Nach klinischen Vorträgen f. Studierende u. Ärzte. München u. Wiesbaden. Verl. J. F. Bergmann. 1922.

Kollmann J.: Die Wirkung der Vorrelation auf den Gesichtsschädel des Menschen. 1883.

Korkhaus u. Neumann: Das Kieferwachstum während des Schneidezahnwechsels und die orthodontische Frühdehnung. Fortschr. der Orthodontie. Bd. **1.** Heft 1.

Landsberger R.: Die treibenden Kräfte z. Dehnung und Streckung des Gesichtsschädels. Zahnärztl. Rundsch. **38.** 977—989. 1929.

Langer C.: Über Gesichtsbildung. Mitt. d. Anthr. Ges. Wien. 1898. Bd. **28.**

Langer-Toldt: Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie 1907.

Leicher H.: Vererbung anatomischer Variationen der Nase, ihrer Nebenhöhlen und des Gehörganges. München 1928. Verl. v. Bergmann.

Loeb H. W.: A Study of the Anatomy of the accesory cavities of the nose by topographie Projections. Fränkel Festschrift Number of the Annals of Otology, Rhinology and Larygology. 1906.

Loos: Grundlagen der Zähne- und Kieferentwicklungsstörungen. Zeitschrift f. Stomatologie. 1920.

Loos R.: Bau und Topographie des Alveolarfortsatzes im Oberkiefer. Wien 1900.

Lurie: Milchzähne und sich entwickelnde Zähne. Journ. of Radiol. 5, H. 9. 1924.

Martin R.: Lehrbuch der Anthropologie. Gust. Fischer Jena 1914. 2. Auflage 1914.

Mathé K.: Die Ätiologie der Osteomyelitis bei Säuglingen. Ztschr. für Nasen-, Hals- und Ohrenheilkunde 23. 1929.

Merkel: Beiträge zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklung des menschlichen Schädels. Henle-Festschr. Bonn.

Mies J.: Über die Form des Gesichts. Corr.-Bl. Anthrop. Ges. Bd. **26.** S. 112.

Mihalcovics V. v.: Bau und Entwicklungsgeschichte der pneumatischen Gesichtshöhlen. Verh. Anat. Ges. 1896.

Mihalcovics V. v.: Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Nase und ihrer Nebenhöhlen. Handb. d. Laryng. u. Rhinol. Wien 1896.
Mühlreiter C.: Anatomie des menschlichen Gebisses. Leipzig 1920. 1928.
Neher R.: Untersuchungen über die Ossifikation des proximalen Femurendes. Erlangen 1930. Sitzungsber. der phys. Kol. Med. Sozietät.
Nissen Wilh.: Der Kopf des Kindes in seiner Entwicklung während des Wachstums und die Konstitution des Kindes. Zeitschr. f. Konstitutionslehre **16.** 537—558. 1932.
Norberg O.: Beiträge z. Kenntnis der Wachstumsverhältnisse der Kiefer beim Menschen. Anat. Anz. **62,** 305 (1927).
Onodi A.: Die Nasenhöhle und ihre Nebenhöhlen. Wien 1893.
Opfermann: Funktionelle Veränderungen statischer Bestandteile des Kiefergerüstes. Ein Beitrag z. Anatomie des Kindesalters. Diss. Halle 1921.
Parma C.: Zahnärztl. Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg 1929.
Pauli: Über die Pneumozität des Schädels bei Säugetieren. Gegenbaurs Jb. 1928.
Peter K.: Die Nase des Kindes. Handbuch d. Anatomie d. Kindes. 2. Bd. München 1929.
Pratje Andr.: Stereoskopische Methoden in der Röntgendiagnostik. Aus Röntgendiagnostik u. Therapie, herausgegeb. v. Kohlmann. Berlin 1928. Verl. v. S. Karger.
— Form und Lage der Speiseröhre des lebenden Menschen, ein Beitrag zur Topographie des Mediastinums. Zschr. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. 81. Bd. Heft 3/4. 1926.
Rambaud et Renault: Origine et développement des os. Text und Atlas mit 28 Tafeln. Paris 1864.
Ranke: Über die individuellen Variationen im Schädelbau des Menschen. Corr.-Bl. Anthr. Ges. Bd. **28.** 1897.
Rauber-Kopsch: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Gg. Thieme Verl. Leipzig 1929.
Reschreiter C.: Zur Morphologie des Sinus maxillaris. Stuttgart 1878.
Richter: Ein Beitrag zur Entwicklung der Stirnhöhlen nach Beobachtungen an Röntgenbildern. Zschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenkrankh. **23.** H. 5. 1929.
Ruckensteiner E.: Die normale Entwicklung des Knochensystems im Röntgenbild. Gg. Thieme Verl., Leipzig 1931.
Runge Herm.: Die Beziehungen der Zahnkeime und Zahnwurzeln zur Oberkieferhöhle während des Kindesalters. Zschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. **86.** (5/6.) 734—761. 1928.
Scheff Jul.: Makroskopische Anatomie von M. v. Lenhossék, Budapest aus Handb. d. Zahnheilkunde. I. Bd. Hölder-Pichler-Tempsky A.G. Wien/G. Freytag. Leipzig 1922.
Schröder H.: Einleitende Untersuchung zum Kapitel: Die Prognathie d. oberen Gesichtes. Korr.-Bl. f. Zahnärzte. **31.** 1902.
Sicher H.: Über Wachstum und Formbildung des menschlichen Kieferapparates. Vjschr. Zahnheilk. **39.** 541—556. 1923.
— u. Tandler: Anatomie für Zahnärzte. S. 216—218. Julius Springer, Wien u. Berlin 1928.
Spee: Skelettlehre (Kopf). Handb. d. Anat. d. Menschen (v. Bardeleben).
Stettner E.: Einfluß von Krankheiten und Pflegeschäden auf die Ossifikation. Münch. med. Wschr. 1920 Nr. 51.

Stettner E.: Ossifikation und soziale Lage. Münch. med. Wochenschr. 1920 Nr. 38, S. 1091 u. 1092.
— Die Altersentwicklung des Knochensystems. Dtsche. med. Wschr. 1928.
Teschendorf u. Köhnle: Das Röntgenraumbild. Urban. Schwarzenberg 1933.
Torrigiani C. A.: Lo sviluppo delle cavità accessarie delle fosse nasali nell'uomo. Arch. ital. Anat. **12.** 1914.
Trendelenburg: Ein neues Verfahren zur Raummessung an stereoskopischen Aufnahmen. Wiener klin. Wochenschr. 28 (1915).
Triepel H.: Trajektorielle Strukturen. Anat. Anz. **24,** 297. 1904.
— Die Architekturen der menschlichen Knochenspongiosa. Atlas u. Text. München u. Wiesbaden 1922.
Underwood A. S.: Einige neuere Untersuchungen des anatomischen und pathologischen Zustandes des Sinus maxillaris in Beziehung zu den Zähnen. (Ref. in Zschr. f. Lar., Rhin. u. ihre Grenzgeb. 1910.) (n. J. Christ, Ztschr. f. Lar., Rhin. u. ihre Gr. Bd. 9, H. 2/3. (1919.) 1919.
Virchow H.: Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. S. 371. 1908.
Vohsen C.: Zur elektrischen Beleuchtung und Durchleuchtung der Körperhöhlen. Berlin. Klin. Wschr. 1890. Nr. 12, S. 274.
Walkhoff O.: Die menschliche Sprache in ihrer Bedeutung für die funktionelle Gestalt des Unterkiefers. Anat. Anz. **24,** 129. 1904.
— Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen in seiner funktionellen Entwicklung und Gestalt. (Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere. Herausgeg. v. E. Selenka. 9. H. Menschenaffen. 4. Lief.) Wiesbaden 1901.
— Die heutigen Theorien der Kinnbildung. D. Monatsschr. Zahnheilk. Jahrg. **23.** S. 580. 1905.
— Der Einfluß der Vererbung und der funktionellen Selbstgestaltung bei der Entstehung von einigen Stellungsanomalien der Zähne. D. Monatsschr. Zahnheilk. Bd. **12.** S. 865.
Watson Spencer: Diseases of the nose and its cavities. S. 393. 1918 (n. Hajek, S. 57).
Weber: Die Säugetiere. Berlin 1904.
Weinoldt: Untersuchungen über das Wachstum des Schädels unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen. Beitr. z. path. Anat. **70.** S. 311, 345. 1927.
Weißenberg S.: Über die verschiedenen Gesichtsmaße und Gesichtsindices, ihre Einteilung und Brauchbarkeit. Zschr. Ethnol. Bd. **29.** S. 41. 1897.
Wolff J.: Über die innere Architektur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage von Knochenwachstum.
Yoshinaga: Anatomische Untersuchungen über die Kieferhöhle der Japaner. Mittel. med. Ges. Tokio. Bd. 23. H. 11. (n. Schwalbe.) 1909.
Zielinsky W.: Das Wachstum der Kiefer und Zähne. D. N. f. Zahnh. 1908.
Zsigmondy O.: Über die Veränderungen des Zahnbogens bei der 2. Dentition. Arch. f. Anthr. u. Phys. 1890.
Zuckerkandl E.: Zur Morphologie des Gesichtsschädels. Stuttgart 1877.
— Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. 2. Aufl. 1. Wien 1893.

Lebenslauf.

Ich wurde am 1. Februar 1908 als Sohn des Oberpostinspektors Robert Staudenraus und seiner Ehefrau Agnes geb. Becker in Fürth i. B. geboren.

Hier besuchte ich die Volksschule. Nach Absolvierung des Hum. Gymnasiums Fürth studierte ich an der Universität Erlangen Medizin und Zahnheilkunde. 1930 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung, 1931 die ärztliche Vorprüfung, 1932 das zahnärztliche Staatsexamen. Seitdem habe ich mich mit der Anfertigung meiner zahnärztlichen Doktorarbeit und mit der Weiterführung meines medizinischen Studiums beschäftigt.

Joseph Staudenraus.